

Politecnico di Milano
Scuola del Design
Corso di Laurea Magistrale in Design&Engineering



IL VALORE DEL RIFIUTO
Un metodo di progettazione per ideare prodotti
basati sul riutilizzo degli sfridi industriali

Relatore: Marinella Levi
Correlatore: Francesca Ostuzzi

Francesco Pacelli Matr. 770160

Anno Accademico 2011/2012

*Dobbiamo solo imparare a ottenere il massimo di
ricchezza dal minimo flusso di materiali.*

Amory Lovins

INDICE

7	Indice immagini	127	4.7 Design e rifiuto industriale
9	Indice grafici	129	4.8 Conclusioni
11	Indice tabelle		
12	1. ABSTRACT	130	5. DEFINIZIONE DEL METODO
15	2. PREMESSA	131	Introduzione
16	2.1 La natura è trasformazione	132	5.1 Le opportunità del metodo
16	2.2 Sostenibilità ambientale	133	5.2 Il ciclo di vita dei prodotti
18	2.3 Connessioni ambiente/industria	139	5.3 Il metodo
19	2.4 Necessità di imitare la natura	139	• 5.3.1 Definizioni
22	2.5 Ridurre gli sprechi	139	• 5.3.2 Sfrido e scarto
26	3. IL RIFIUTO INDUSTRIALE	144	• 5.3.3 Tecnologie produttive e sfridi
27	Introduzione	149	• 5.3.4 Collocazione del metodo
28	3.1 Il rifiuto a livello legislativo e normativo	150	• 5.3.5 I passaggi del metodo
28	• 3.1.1 Il Decreto Ronchi	171	5.4 Conclusioni
30	• 3.1.2 Decreto legislativo 152/06	172	6. APPLICAZIONE DEL METODO
40	• 3.1.3 Direttiva europea 2008/98/CE	173	Introduzione
44	• 3.1.4 Decreto legislativo 205/2010	174	6.1 Caso studio carpenteria metallica
51	• 3.1.5 Normativa UNI EN ISO 14001	200	6.2 Caso studio materiali polimerici
57	3.2 La produzione di rifiuti speciali in Italia	204	6.3 Applicazione semplificata del metodo
57	• 3.2.1 L' ISPRA	205	• 6.3.1 Legno
59	• 3.2.2 Il rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011	206	• 6.3.2 Grafite
76	3.3 Conclusioni	208	• 6.3.3 Marmo
77	4. IL PROGETTO DI DOMANI	209	• 6.3.4 Polimeri
78	Introduzione	210	• 6.3.5 Metallo
78	4.1 Il valore della semplicità	211	• 6.3.6 Elastomeri
85	4.2 DfA e DfD facilitano il recupero	212	6.4 Ulteriori declinazioni progettuali
94	4.3 Un approccio olistico per una progettazione sostenibile	214	6.5 Conclusioni
107	4.4 La riduzione degli sprechi nella Lean Manufacturing	215	7. ANALISI S.W.O.T.
113	4.5 Sistemi di labeling e certificazioni ambientali	220	8. CONCLUSIONI
118	4.6 Riuso e riciclo: una ricerca continua	222	BIBLIOGRAFIA

INDICE IMMAGINI

2. PREMESSA

- 21** - 2.3 Configurazioni modulari di diverse tipologie di cristalli di neve
- 22** - 2.4 Foto d'archivio della conversione alla filosofia Kaizen in una linea di produzione Toyota
- 25** - 2.6 Una foto del 1990 della famosa discarica Fresh Kills di New York

3. IL RIFIUTO INDUSTRIALE

- 57** - 3.1 Logo dell'Istituto ISPRA
- 60** - 3.7 Il settore delle demolizioni e costruzioni produce da solo in Italia il 46,1% dei RS
- 69** - 3.18 Esempio di industria siderurgica

4. IL PROGETTO DI DOMANI

- 79** - 4.1 Esercizio di disegno semplice proposto da Henry Cole per l'educazione del bambino
- 80** - 4.2 Poltrona Up5 di Gaetano Pesce del 1969 che evoca la forme femminili
- 81** - 4.3 Tavolo Melltorp di IKEA
- 81** - 4.4 Cassettiera Simplon del 2003 prodotta da Cappellini
- 82** - 4.5 Alcuni dei prodotti esposti nella mostra Design Real del 2009 curata da Grcic alla Serpentine Gallery di Londra
- 83** - 4.6 Uno dei progetti della mostra New Simplicity del 2010 a Londra, la Scantling Lamp di Mathias Hahn
- 84** - 4.7 Evoluzione dei telefoni cellulari dal primo prototipo Motorola del 1973 a un prototipo
- 89** - 4.11 Procedure progressive della scheda di istruzioni per il disassemblaggio dell'HP 18 All-in-One PC
- 114** - 4.31 Logo del marchio Ecolabel e schema della filiera produttiva circolare
- 115** - 4.33 Logo del marchio ecologico Der Blaue Engel
- 116** - 4.35 Logo del marchio ecologico FSC
- 117** - 4.37 Esempio di marchio Remade in Italy
- 119** - 4.38 Schema di una fornace utilizzata nel processo di vetrificazione
- 120** - 4.39 Esempi di manufatti realizzati in schiuma di vetro
- 121** - 4.40 Ingrandimento al microscopio SEM dei non-metalli a composizione grezza (a), media (b) e fine (c), dopo la fase di frantumazione
- 126** - 4.45 L'utilizzo sempre più diffuso del calcestruzzo nel design contemporaneo (in ordine: lampada Aplomb di Lucidi e Pevere per Foscarini, Outdoor furniture di Patrick Norguet per Mc Donald's, panchina di Eduardo Arroyo per Escofet
- 127** - 4.46 Esempi dell'approccio alla tematica del riutilizzo del rifiuto industriale da parte del design internazionale

5. DEFINIZIONE DEL METODO

- 132** - 5.1 Stampante Hp della tipologia Refurbished assemblata con componenti di riutilizzo ricondizionati per la reimmissione in commercio
- 132** - 5.2 Parupu chair in paper pulp riciclabile disegnata dallo studio Claesson Koivisto Rune per Södra
- 133** - 5.3 Estrazione della bauxite per l'ottenimento dell'alluminio
- 134** - 5.4 Esempi di semilavorati per il settore della carpenteria metallica e del legno
- 135** - 5.6 Analisi agli elementi finiti FEA effettuata da Trek con il software Simulia per un telaio di una bicicletta in fibra di carbonio
- 136** - 5.8 Bottiglia in materiale polimerico stampata per soffio-iniezione e successiva fase di connessione dei componenti per l'ottenimento del prodotto finito
- 136** - 5.9 Esempio di componente per imballaggio in polistirene espanso e macchina avvolgitrice automatica con anello rotante per la preparazione alla spedizione
- 144** - 5.17 Schematizzazione del processo di stampaggio per soffio-estrusione
- 144** - 5.18a La chiusura degli stampi per il serraggio del parison
- 144** - 5.18b Dopo la fase di insufflaggio dell'aria a stampo chiuso si formano gli sfridi nella parte superiore, che vengono successivamente rimossi tramite taglio
- 145** - 5.19 Schematizzazione del processo di taglio laser
- 145** - 5.20 Parte utile e sfrido del processo di taglio laser di una lastra di PMMA
- 146** - 5.21 Schematizzazione del processo di pressofusione ad alta pressione in camera fredda
- 146** - 5.22 Produzione del componente pressofuso e relativo sfrido
- 147** - 5.23 Schematizzazione del processo di punzonatura/tranciatura
- 147** - 5.25 Processo di punzonatura tramite torretta e sfridi connessi
- 147** - 5.26 Componente finito ed elemento di sfrido nel processo di punzonatura in pressa
- 148** - 5.27 Schematizzazione del processo di fresatura a controllo numerico a 3 e a 5 assi
- 148** - 5.28 Processo di fresatura a 3 assi di un semilavorato in legno e sfridi connessi
- 152** - 5.32a Ottimizzazione della disposizione dei componenti sul semilavorato nel processo di taglio laser
- 152** - 5.32b Adattamento del semilavorato al componente per ridurre il materiale di sfrido prodotto
- 152** - 5.33a Sfrido derivato dal processo di stampaggio a iniezione (evidenziato in arancione)
- 152** - 5.33b Moldflow Analysis per lo studio di flusso del polimero durante lo stampaggio
- 158** - 5.38 Contenitori ottenuti dall'aggregazione senza postlavorazione degli sfridi truciolari del legno in una matrice di cera
- 158** - 5.39 Etichettatura ecologica ottenuta da Alisea per i prodotti in Fig.

5.38

159 - 5.40a Libreria Colour Console di Rabin Hage con gli sfridi di Corian di Dupont

159 - 5.40b Poltrona Slide di Controprogetto realizzata con sfridi di legno

159 - 5.40c Portafrutta di Piet Hein Eek ottenuto da ritagli della lavorazione del legno

160 - 5.41 Esempio di ottimizzazione dei componenti in funzione del semilavorato

161 - 5.42 Prodotti ottenuti dagli sfridi di fogli di legno multistrato utilizzato nella realizzazione di tavole da skateboard

161 - 5.43 Portafrutta ottenuti dallo sfrido di carotaggio del marmo

161 - 5.44 Ipotesi di sfruttamento della geometria disponibile che costituirebbe sfrido dopo il processo di stampaggio sottovuoto

161 - 5.44a La realizzazione del componente a L genera un'ampia area inutilizzata causa di sfrido

161 - 5.44b La progettazione di un componente nuovo sfruttando l'area inutilizzata ridurrebbe notevolmente il quantitativo di sfrido prodotto

6. APPLICAZIONE DEL METODO

175 - 6.1 Lo sfrido prodotto dall'azienda si genera a partire da un semilavorato standard da 6000mm

178 - 6.3 Proposte di concept che sfruttano lo sfrido tubolare derivato dal processo di taglio del semilavorato

179 - 6.4 Due declinazioni possibili del concept di progetto basate sulla stessa logica compositiva

179 - 6.5 Esempi di appendiabiti a parete con caratteristiche paragonabili alla proposta di concept progettuale

181 - 6.6 Ingombri di massima del prodotto, distinta base e modalità di connessione dei componenti

181 - 6.7 Render del prodotto finito e installato a parete

182 - 6.8 Processi di taglio, foratura e sgolatura dei tubolari di sfrido da introdurre in pressa singolarmente da parte dell'operatore

184 - 6.9 Processi di taglio, foratura e sgolatura dei semilavorati nuovi a più alto grado di automazione (con conseguente aumento del ritmo produttivo orario)

192 - 6.18 Ingombri di massima del prodotto, distinta base e modalità di connessione dei componenti

193 - 6.19 Render del prodotto finito e installato a parete

197 - 6.24 Masse coinvolte nelle due situazioni produttive del corpo metallico dell'appendiabiti (versione 2)

198 - 6.26 Sintesi delle 4 soluzioni progettuali analizzate nel caso studio

200 - 6.31 Sequenza dei passaggi successivi al processo di termoformatura relativi alla produzione del componente di sfrido oggetto del caso studio

203 - 6.33 Problematiche principali relative a sollecitazioni torsionali e flessionali del componente di sfrido

204 - 6.34 Proposte di concept per il riutilizzo del componente di sfrido

205 - 6.35 Applicazione semplificata del metodo per il separè di SkateStudyHouse che riutilizza gli sfridi di legno multistrato derivati dalla realizzazione delle tavole da skate

207 - 6.36 Applicazione semplificata del metodo per la matita Perpetua di Alisea che riutilizza la polvere di grafite di sfrido derivata dal taglio, fresatura e tornitura dei semilavorati

208 - 6.37 Applicazione semplificata del metodo per il progetto Bat-Tagliere di Paolo Ulian che riutilizza lo sfrido in marmo derivato dal taglio cnc di lastre per ottenere top per bagni

209 - 6.38 Applicazione semplificata del metodo per il progetto Non-woven chair di Christian Kocx che riutilizza lo sfrido in polimero termoplastico derivato dal processo di stampaggio a iniezione. I componenti stampati a iniezione sono presentati solo a titolo esemplificativo e non corrispondono a quelli realmente prodotti

210 - 6.39 Applicazione semplificata del metodo per il progetto T-sfrido di Broggidesign che riutilizza lo sfrido derivato dal taglio laser di una lamiera in acciaio

211 - 6.40 Applicazione semplificata del metodo per il progetto Latex-roll Pouff del gruppo Ricrea che riutilizza lo sfrido derivato dalla fustellatura di rotoli in lattice

212 - 6.41a e 6.41b

Progetto Party Wall dello studio americano CODA vincitore del 2013 MoMA PS1 Young Architects Program Competition che riutilizza sfridi derivati dalla produzione di skateboard

213 - 6.42

Progetto T-Felt dello studio Ricrea che riutilizza gli sfridi derivati dalla fustellatura di rotoli in feltro per la produzione di feltrini come elemento di arredo per interni

213 - 6.43 Allestimento di Patricia Urquiola per Casabella in collaborazione con Budri che sfrutta il riutilizzo di sfridi derivati dalla fresatura cnc di semilavorati in marmo

214 - 6.44 Progetto 100 chairs in 100 days di Martino Gamper in cui è stato utilizzato materiale di recupero per la realizzazione delle sedute, che risultano tuttavia essere dei pezzi unici non riproducibili

INDICE GRAFICI

2. PREMESSA

- 17** - 2.1 Proiezioni del surriscaldamento globale secondo diversi centri di ricerca internazionali
- 20** - 2.2 Life creates conditions conducive to life
- 24** - 2.5 Fasi successive del ciclo di vita di un prodotto

3. IL RIFIUTO INDUSTRIALE

- 59** - 3.5 Produzione nazionale di rifiuti speciali, periodo 2006-2009
- 59** - 3.6 Andamento della produzione di rifiuti speciali e del PIL, periodo 1999-2009
- 61** - 3.8 Ripartizione percentuale della produzione totale dei rifiuti speciali per attività economica relativa al 2009
- 63** - 3.10 Ripartizione percentuale della produzione di RS del settore manifatturiero, 2008-2009
- 65** - 3.13 Produzione di RS per macroarea geografica e PIL nel periodo 2008-2009
- 66** - 3.14 Produzione di RS suddivisa per regioni nel periodo 2008-2009
- 69** - 3.17 Ripartizione percentuale della produzione di RS per attività economiche su scala regionale 2009
- 71** - 3.19 Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti speciali su scala nazionale 2009
- 71** - 3.20 Quantità di RS per modalità di gestione (x1000 t), 2009
- 71** - 3.21 Quantità di RS destinati a recupero per macroarea geografica nel periodo 2008-2009
- 72** - 3.22 Quantità di RS destinati a smaltimento per macroarea geografica nel periodo 2008-2009
- 72** - 3.23 Gestione dei rifiuti speciali esclusi gli stoccaggi, 2009
- 74** - 3.25 Andamento del recupero dei rifiuti speciali, 2008-2009
- 74** - 3.26 Andamento dello smaltimento dei rifiuti speciali, 2008-2009

4. IL PROGETTO DI DOMANI

- 86** - 4.8 Curva dei costi totali di disassemblaggio e di riciclaggio (Kahmeyer and Warneke, 1993)
- 88** - 4.9 Quantitativi in tonnellate dei componenti destinati a riuso e a riciclaggio in Hp nel periodo 2007-2011
- 89** - 4.11 Procedure progressive della scheda di istruzioni per il disassemblaggio dell'HP 18 All-in-One PC
- 91** - 4.14 Flowchart procedurale per valutare le varie opzioni di riciclabilità di due o più materiali in un assieme
- 92** - 4.15 Vite ADSM per facilitare la separazione automatizzata dei componenti di un assieme

- 94** - 4.16 Grafico dell'andamento dei costi durante le varie fasi di sviluppo prodotto
- 95** - 4.17 Costi relativi ai cambi progettuali durante le varie fasi di sviluppo di un prodotto
- 98** - 4.18 Diagramma di flusso e interazioni delle fasi di sviluppo prodotto relative al metodo Systems Engineering
- 100** - 4.19 Fasi principali del ciclo di vita fisico e interazioni con l'ambiente
- 101** - 4.20 Strategie per migliorare le performance ambientali nelle varie fasi del ciclo di vita
- 102** - 4.21 Grafico delle strategie per migliorare le performance ambientali nelle varie fasi del ciclo di vita
- 102** - 4.22 Grafico delle curve dei costi, delle entrate e del momento ottimale di profitto in relazione alla profondità di recupero
- 103** - 4.23 Strategie di Design for Recovery relative al ciclo di vita fisico di un sistema-prodotto
- 104** - 4.24 Fase di intervento dell'LCA e del DFE nel ciclo di vita del prodotto
- 105** - 4.25 Struttura della LCA secondo la ISO 14040
- 106** - 4.26 Andamento qualitativo della curva che relaziona i carichi ambientali del sistema (C) con la frazione recuperata per il riciclo (R)
- 109** - 4.27 Esempio di grafico FAST per le definizioni delle funzionalità di prodotto relative a un videoproiettore portatile
- 110** - 4.28 Definizione del flusso di valore successiva al diagramma FAST
- 111** - 4.29 Cellule di produzione organizzate per processo (A) o per prodotto (B)
- 112** - 4.30 Strutturazione del sistema pull e modello di Kanban
- 114** - 4.32 Ripartizione europea dei marchi Ecolabel aggiornati al gennaio 2012
- 116** - 4.36 Distribuzione delle foreste certificate FSC a livello internazionale
- 122** - 4.41 Diagrammi delle proprietà meccaniche dei compositi non-metalli-PP al variare della percentuale di non-metalli utilizzata come rinforzo
- 123** - 4.42 Le due tipologie di rifiuti derivati dall'industria ceramica
- 124** - 4.43 Test effettuati nella fase A dello studio
- 125** - 4.44 Test effettuati nella fase B dello studio

5. DEFINIZIONE DEL METODO

- 134** - 5.5 Fasi iniziali del ciclo di vita di un prodotto
- 135** - 5.7 Ciclo di vita fino alla fase di definizione dei
- 137** - 5.10 Ciclo di vita fino alla fase di distribuzione del prodotto
- 138** - 5.11 Ciclo di vita completo del prodotto
- 141** - 5.13 Processi consequenziali di generazione degli sfridi in successione ai processi di formatura
- 142** - 5.14 Esempio di produzione di sfrido e scarto consequenziali alla tranciatura di una lamiera
- 143** - 5.16 Modello di quality management system secondo la ISO 9001
- 149** - 5.29 Gerarchia opzionale di gestione degli sfridi e area di intervento del

metodo di recupero

150 - 5.30 Espansione dell'area di intervento del metodo e passaggi principali

151 - 5.31 Collocazione e definizione della fase 1 del metodo

153 - 5.34 Collocazione e definizione della fase 2 del metodo

154 - 5.35 È possibile classificare una forma secondo una di queste sei classi di riferimento

157 - 5.37 Collocazione e definizione della fase 3 del metodo

163 - 5.45 Matrice delle configurazioni ottenibili per alcune tipologie di prodotti realizzati attraverso il recupero degli sfridi derivati da diverse tipologie di lavorazione industriale

163 - 5.46 Aumento progressivo di complessità dalla configurazione 1 alla 4

164 - 5.47 Fase 3 di progettazione dello sfrido inevitabile

165 - 5.48 Lo schema di flusso della progettazione e l'inserimento delle selezioni di materiali e processi

166 - 5.49 Espansione della fase di concept, di design definitivo e di design esecutivo da sviluppare in parallelo con l'analisi di pre-produzione per la corretta progettazione con lo sfrido

169 - 5.50 Schematizzazione completa dell'intera area di intervento del metodo e sue tre fasi principali

170 - 5.51 Schematizzazione del ciclo di vita del prodotto all'interno della filiera tradizionale e collocazione dell'area di intervento del metodo

6. APPLICAZIONE DEL METODO

185 - 6.10 Modello di costo produttivo di Ashby

188 - 6.12 Voci singole di costo e costo totale di 1 corpo principale dell'appendiabiti (versione 1) ottenuto con gli sfridi (colonna blu) e ottenuto con il metodo produttivo tradizionale (colonna rossa)

188 - 6.13 Costo del lotto produttivo (4000pz/anno) in 5 anni del componente ottenuto con gli sfridi (blu scuro) e ottenuto con il metodo produttivo tradizionale (blu chiaro)

189 - 6.14 Schematizzazione del ciclo di vita dei componenti del telaio (sinistra) e dell'appendiabiti (versione 1) nel caso quest'ultimo fosse prodotto a partire da semilavorati nuovi (destra)

190 - 6.15 Schematizzazione del ciclo di vita dei componenti del telaio e dell'appendiabiti (versione 1) nel caso quest'ultimo fosse prodotto a partire dagli sfridi del primo processo

191 - 6.16 Masse coinvolte nelle due situazioni produttive del corpo metallico dell'appendiabiti (versione 1)

191 - 6.17a Surriscaldamento globale causato dalla produzione del semilavorato per l'appendiabiti (versione 1) nelle due modalità produttive

191 - 6.17b Impatti ambientali legati alle risorse fossili non rinnovabili estratte necessarie a fornire l'energia per la produzione del semilavorato per l'appendiabiti (versione 1)

195 - 6.21 Voci di costo e costo totale della produzione di 1 corpo metallico

dell'appendiabiti (versione 2) ottenuto con gli sfridi (colonne blu) e ottenuto con il metodo produttivo tradizionale (colonne rosse)

196 - 6.22 Costo del lotto produttivo (4000pz/anno) in 5 anni del componente ottenuto con gli sfridi (blu scuro) e ottenuto con il metodo produttivo tradizionale (blu chiaro)

196 - 6.23 Schematizzazione del ciclo di vita dei componenti del telaio e dell'appendiabiti (versione 2) nel caso quest'ultimo fosse prodotto a partire dagli sfridi del primo processo

197 - 6.25a Surriscaldamento globale causato dalla produzione del semilavorato per l'appendiabiti (versione 2) nelle due modalità produttive

197 - 6.25b Impatti ambientali legati alle risorse fossili non rinnovabili estratte per fornire l'energia per la produzione del semilavorato per l'appendiabiti (versione 2)

198 - 6.27 Voci singole di costo e costi complessivi delle 4 soluzioni progettuali di Fig. 6.26

198 - 6.28 Costo dei lotti produttivi nei 5 anni delle 4 soluzioni progettuali

199 - 6.29 Surriscaldamento globale causato dalla produzione del corpo metallico dell'appendiabiti nelle 4 soluzioni progettuali

199 - 6.30 Impatti ambientali legati alle risorse fossili non rinnovabili estratte necessarie all'energia per produrre il corpo metallico dell'appendiabiti nelle 4 soluzioni progettuali

7. ANALISI S.W.O.T.

216 - 7.1 La definizione della matrice S.W.O.T. relativamente a un sistema analizzato è uno strumento di supporto per individuare e trasformare le Debolezze in Punti di Forza e le Minacce in Opportunità

INDICE TABELLE

3. IL RIFIUTO INDUSTRIALE

62 - 3.9 Analisi produzione in tonnellate di RS non pericolosi, RS pericolosi e Totale nel periodo 2008-2009 secondo la classificazione delle attività economiche ATECO 2002

64 - 3.11 Produzione di rifiuti speciali relativi ai codici di catalogazione CER relativi al periodo 2008-2009

65 - 3.12 Produzione di RS per macroarea geografica nel periodo 2008-2009

67 - 3.15 Produzione quantitativa e percentuale dei RS per attività economica per macroaree geografiche 2009

68 - 3.16 Produzione quantitativa di RS per attività economica su scala regionale 2009

73 - 3.24 Quantità di rifiuti speciali destinati a recupero e smaltimento a livello regionale nel biennio 2008-2009

4. IL PROGETTO DI DOMANI

88 - 4.10 Opzioni per il cliente nel programma di riuso e riciclaggio Hp

90 - 4.12 Distinta dei componenti relativa a 3 procedure progressive di disassemblaggio dei subassiemi dell'HP 18 All-in-One PC

91 - 4.13 I quantitativi in grammi per stabilire gli indici MRR relativi al disassemblaggio manuale di diversi materiali stabiliti dal Philips Centre for Manufacturing Technology

5. DEFINIZIONE DEL METODO

140 - 5.12 Differenze tra le caratteristiche dello sfrido e dello scarto

143 - 5.15 Esempio di monitoraggio delle difettosità in un lotto di lamiera verniciate

154 - 5.36 Principali momenti di inerzia relativi a diverse tipologie di sezioni resistenti

6. APPLICAZIONE DEL METODO

177 - 6.2 Analisi dello sfrido inevitabile oggetto dell'applicazione del metodo

187 - 6.11a Modello di costo versione 1 corpo appendiabiti ottenuto con sfridi

187 - 6.11b Modello di costo versione 1 corpo appendiabiti ottenuto con metodo tradizionale

194 - 6.20a Modello di costo versione 2 corpo appendiabiti ottenuto parzialmente con sfridi

195 - 6.20b Modello di costo versione 2 corpo appendiabiti ottenuto con metodo tradizionale

202 - 6.32 Analisi dello sfrido inevitabile oggetto dell'applicazione del

metodo

7. ANALISI S.W.O.T.

219 - 7.2 Schematizzazione dell'analisi S.W.O.T. relativa all'applicazione del metodo di riutilizzo degli sfridi di lavorazione industriale

1. ABSTRACT

IL VALORE DEL RIFIUTO - Abstract versione italiana

Ci sono modalità migliori di gestione dei rifiuti derivati dai processi industriali rispetto a quelle tradizionalmente adottate dalle imprese? In che modo il designer può intervenire su tale aspetto?

L'attuale impostazione del modello industriale è basata su un flusso lineare che parte dall'estrazione e dalla trasformazione di risorse e materiali fino ad arrivare all'ottenimento di prodotti finiti e commercializzabili. Questo modello produttivo è causa tuttavia anche di ingenti quantitativi di rifiuti che devono essere gestiti secondo diverse modalità, aspetto che comporta impatti notevoli dal punto di vista ambientale ed economico.

Il dibattito intorno al tema della sostenibilità ambientale sta assumendo una rilevanza sempre maggiore, mobilitando i governi internazionali ad adottare misure legislative in ambito di gestione dei rifiuti che incentivino maggiormente a livello gerarchico operazioni come la prevenzione e il riutilizzo rispetto a pratiche più impattanti. Stanno nascendo oggi molte strategie relative alla fase di progettazione e di produzione volte all'ottimizzazione e a un utilizzo più accorto e consapevole di risorse e materie prime. Tuttavia ho potuto notare come, rispetto alla tematica specifica del riutilizzo dei rifiuti industriali, il mondo della ricerca scientifica sia piuttosto rigido e settoriale, mentre il mondo del design presenti spesso un approccio creativo ma svincolato da logiche industriali.

Sulla base di queste considerazioni, la mia ricerca di tesi si incentra sulla strutturazione di un metodo di progettazione qualitativo che possa servire a designer e progettisti come strumento per l'ideazione di prodotti basati sul riutilizzo dei rifiuti industriali (e degli sfridi nello specifico) derivati dai processi produttivi, valutando se tale operazione possa portare a ottenere degli aspetti vantaggiosi dal punto di vista economico e della sostenibilità ambientale. Verranno strutturati diversi casi studio di riferimento in grado di fornire stimoli progettuali per futuri scenari progettuali e dimostrare la potenziale applicabilità del metodo a contesti produttivi differenti tra loro per tecnologie e materiali utilizzati.

THE VALUE OF THE WASTE - Abstract english version

Are there better industrial wastes' management solutions than the traditionally adopted ones by production companies? How can the designer have an active role on this aspect?

The actual industrial model is based on a linear flux which starts from resources' and raw materials' extraction and transformation in order to realize marketable products. This setting however generates enormous quantities of wastes which can be managed in different modalities, involving significant impacts from an environmental and an economical point of view.

The environmental sustainability issue has increasingly gained relevance in last decades, encouraging international governments in developing legislative directives related to industrial wastes' management defining as a priority some operations such as prevention and reuse rather than more impactful actions. A lot of strategies related to the design and the production phases are growing in order to optimize the use of resources and raw materials. However, in relation to the specific theme of reusing industrial wastes, I noticed that while scientific research focuses on strict and sectorial applications, international design approach is creative but often not connected with industrial production logics.

According to these considerations, the following dissertation consists in structuring a qualitative design method which can represent an instrument for designers in order to develop ideas and product concepts based on reusing industrial wastes (scraps precisely) derived from manufacturing processes, assessing if the reuse operation could lead to environmental and economical advantages. The thesis will present some study cases in order to provide ideas for future design scenarios and demonstrate how the method can be applied to different productive contexts, materials and technologies.

2. PREMESSA

2. PREMESSA

2.1 La natura è trasformazione

Nel 1697 Georg Ernest Stahl, medico di ottima fama e chimico appassionato, presentò una trattazione scientifica (*Zymotechnia fundamentale ovvero teoria generale della fermentazione*¹) in cui elaborò la **teoria del Flogisto** col fine di dimostrare il funzionamento dei processi di combustione e di ossidazione dei materiali. Secondo tale teoria tutti i prodotti combustibili contenevano una sostanza infiammabile, il flogisto appunto, che durante la combustione veniva liberato. Il carbone era costituito essenzialmente da flogisto che, attraverso il fuoco, era in grado di trovare il passaggio dall'interno all'esterno del materiale. I metalli invece, attraverso la somministrazione di calore, formavano le calci (o ossidi), perdendo appunto il flogisto in essi contenuto. Nel momento in cui si riduceva nuovamente l'ossido in metallo, esso riacquisiva il flogisto precedentemente perso. All'epoca la teoria riscosse grande successo ma anche alcune polemiche, dovute ad esempio all'aumento di peso dei metalli ossidati, perplessità che fu aggirata assegnando peso negativo al flogisto, dimostrazione dell'aumento del peso del materiale al momento del suo rilascio.

Sebbene dunque controverso, il principio fu ritenuto valido per circa un secolo, fino a quando non fu smentito definitivamente dagli esperimenti del chimico francese Antoine-Laurent Lavoisier nel 1794. Egli dimostrò come in una composizione chimica la massa dei reagenti è uguale alla massa dei prodotti ottenuti, pur presentandosi in una forma differente. Questa teoria, nota come **legge di conservazione della massa**, sostiene dunque che in natura nulla si crea e nulla si distrugge, ma tutto si trasforma.

Con Albert Einstein la massa e la quantità di moto furono considerate forme di energia. L'evoluzione delle conoscenze in campo fisico ha portato ad un più allargato **principio di conservazione dell'energia totale**, estendendo la legge a tutte le forme in cui l'energia può presentarsi in natura ed essere misurata.

Il significato concettuale del principio di conservazione dell'energia totale introduce fondamentali elementi di connessione con il panorama del disegno industriale e della produzione. Spiega appunto come il sistema fisico in cui

l'uomo è inserito sia strutturato in modo da non prevedere in nessun modo la formazione dal *nulla* di un qualcosa di tangibile: la creazione altro non è che la trasformazione di energia da uno stadio precedente ad un altro, un semplice cambiamento formale tramite l'esecuzione di processi, senza coinvolgere modifiche di tipo quantitativo. Non esiste niente che venga prodotto "da zero" e niente che possa essere annullato senza essere trasformato in qualcos'altro. In quest'ottica, il concetto stesso di rifiuto inteso come produzione di qualcosa di eccedente e inutile che non crei valore al punto da dover essere dismesso cambia radicalmente, in quanto la natura non ha previsto in alcun modo la sua formazione.

Tale impostazione può comportare un notevole cambiamento dell'approccio verso ciò che è comunemente inteso come rifiuto, che passa dunque dalla sua attuale accezione negativa, un qualcosa di cui disfarsi senza creare troppi inconvenienti, fino ad arrivare ad assumere un valore positivo, divenendo cioè risorsa da sfruttare nel momento in cui la sua formazione non possa essere diminuita o evitata. Come afferma Amory Lovins in *Capitalismo Naturale*:

*La scienza fornisce una buona base per capire i sistemi di una economia di servizi fondata sui sistemi viventi. Nel lessico scientifico non esiste il concetto di produzione, ma solo quello di trasformazione. Comunque siano collocate l'energia e le risorse (anche se disperse), la loro somma rimane la stessa, secondo la legge di conservazione della materia e dell'energia. Non è cosa di poco conto, visto che ciò significa che il termine consumo è un concetto astratto inventato dagli economisti, del tutto impossibile in qualunque processo o trasformazione.*²

Ripensare radicalmente il modo di intendere il rifiuto industriale risulta fondamentale per un altro aspetto che oggi non è più possibile sottovalutare, cioè quello dello sfruttamento delle risorse e degli impatti ambientali dovuti alle attività antropiche.

2.2 Sostenibilità ambientale

Da qualche decennio si parla ampiamente di **sviluppo sostenibile** e tutela

1 Stahl G. E., 1697, *Zymotechnia fundamentalis sive fermentationis theoria generalis*

2 Hawken P., Lovins A., Hunter Lovins L., 1999, *Capitalismo naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Ed. Ambiente, Milano

ambientale, focalizzando gli sforzi sulla sensibilizzazione del tessuto sociale e industriale, protagonisti principali nell'attuazione di questi processi.

Dall'iniziale visione antropocentrica del rapporto Brundtland e della WCED (World Commission on Environment and Development) del 1987, che definivano lo sviluppo sostenibile come *l'insieme delle attività che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni*, si è passati a una visione più olistica che mira a sostenere e promuovere politiche rispettose per l'intero flusso dei processi ecosistemici e di tutte le specie viventi, animali e vegetali, secondo ciò che viene definita regola dell'equilibrio delle **3 E: ecologia, equità sociale, economia** (planet, people, profit)³.

Nel 1991 altre associazioni come World Conservation Union, UN Environment Programme e World Wide Fund for Nature hanno implementato la definizione di sviluppo sostenibile identificandolo come *un miglioramento della qualità della vita, senza eccedere la capacità di carico degli ecosistemi di supporto dai quali essa dipende*. Questa definizione implica che le attività umane che impattano sull'ambiente devono tenere in considerazione alcuni aspetti chiave, tra cui:

- non gravare su di esso in maniera maggiore rispetto alla sua capacità di carico
- non sfruttare le risorse disponibili più velocemente della loro capacità di rigenerarsi
- non emettere sostanze inquinanti in maniera maggiore rispetto a quanto possano essere assorbite
- prevenire la perdita dovuta al prelievo delle risorse non rinnovabili producendo un quantitativo di risorse rinnovabili in grado di sostituirle

Nel 2001 l'UNESCO ha aggiunto alla definizione di sviluppo sostenibile il concetto per cui *la diversità culturale è necessaria per l'umanità quanto la biodiversità per la natura. [...] La diversità culturale è una delle radici dello sviluppo inteso non solo come crescita economica, ma anche come un mezzo per condurre una esistenza più soddisfacente sul piano intellettuale, emozionale, morale e spirituale*⁴.

Dalla fine del XVIII secolo, periodo di sviluppo iniziale della Prima Rivolu-

3 Fonte: Asseprim, 2010, *Sostenibilità e responsabilità sociale. Guida pratica per le imprese*, Camera di Commercio di Milano

4 Fonte: UNESCO, 2001, Dichiarazione Universale sulla Diversità Culturale,

zione Industriale ad oggi, l'essere umano ha compiuto dei passi esponenziali in termini di miglioramento delle proprie condizioni, di qualità e allungamento della vita media, progresso scientifico, organizzazione sociale, creazione di infrastrutture, capacità di spostamento e connessione e molto altro ancora. Questi "tasselli evolutivi" hanno subito e subiscono tuttora una velocità di trasformazione e implementazione rispetto allo stadio precedente sempre maggiore, realtà oggi esaltata in ogni sua forma da quella che molti considerano essere la Terza Rivoluzione Industriale, quella dell'*era informatica* nella quale l'umanità sarebbe attualmente inserita da qualche decennio a questa parte.

Questi passaggi migliorativi sono stati ottenuti però a discapito di un sistema biologico e di una struttura ambientale come quelli offerti dalla Terra non in grado di offrire e rigenerare risorse in maniera sostenibile e proporzionale rispetto alle esigenze produttive antropiche. Ciò ha causato e sta causando delle alterazioni irreversibili in grado di porre in serio pericolo la vita sul pianeta (intesa in senso lato e comprensiva di tutte le specie biologiche), e conseguentemente il pianeta stesso. Si pensi solo ad alcuni dei principali effetti ambientali causati dalle attività antropiche: effetto serra e surriscaldamento globale [Fig.2.1], as-

Global Warming Projections

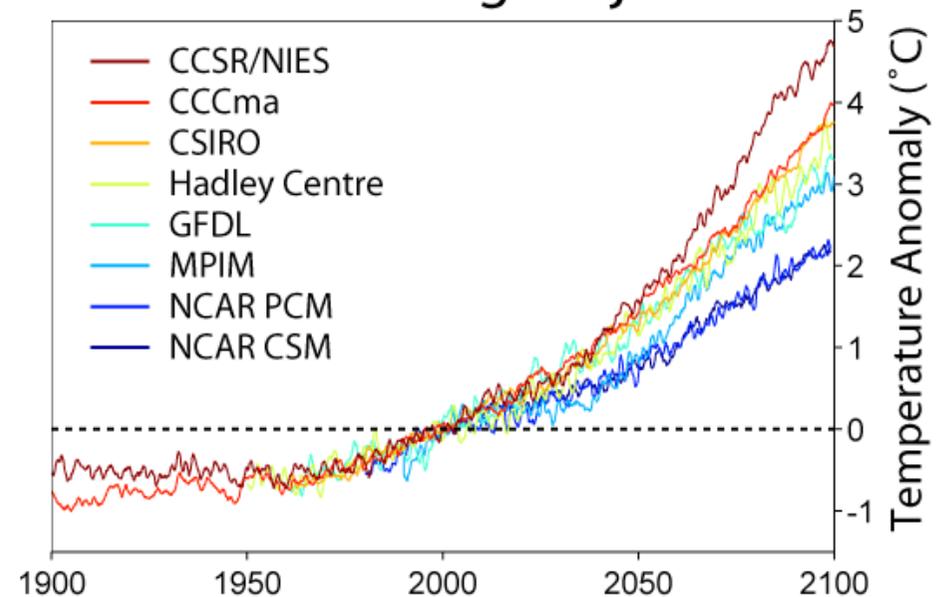


Fig. 2.1

Proiezioni del surriscaldamento globale secondo diversi centri di ricerca internazionali

Fonte: <http://www.globalwarmingart.com>

sottigliamento della fascia di ozono, consumo di risorse non rinnovabili, acidificazione, eutrofizzazione, smog fotochimico, tossicità per l'uomo e l'ambiente, per citarne alcuni.

Il dibattito sugli effetti causati sull'ambiente da parte delle attività umane ha cominciato a diffondersi con rilievo internazionale a partire dalla seconda metà del '900, coinvolgendo in maniera trasversale enti istituzionali, politici ed economici col fine di sensibilizzare il settore produttivo e la società. Il punto focale che tuttavia non ha ancora trovato la via per una definitiva accettazione e affermazione consiste nel far percepire i vantaggi di tipo economico, sociale e ambientale che conseguirebbero da una reimpostazione mentale e strutturale volta alla salvaguardia dell'ambiente. Questo passaggio può essere ottenuto solo tramite una diversa organizzazione produttiva e distributiva in grado di ottimizzare lo sfruttamento delle risorse, diminuire il carico non sostenibile emesso quotidianamente nell'ambiente, innescando così dei cambiamenti nei comportamenti dell'industria e della popolazione volti a preservare la vita stessa e l'ambiente in cui sono inseriti.

2.3 Connessioni ambiente/industria

Stanno nascendo diverse metodologie per promuovere questa forma di cultura economico-ecologica, come ad esempio il **metodo Life Cycle Assessment (LCA)**, che secondo la definizione delle norme ISO 14040 e 14044:

...è un procedimento oggettivo di valutazione dei carichi energetici e ambientali relativi a un processo o un'attività, effettuato attraverso l'identificazione dell'energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente. La valutazione include l'intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo l'estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale.⁵

LCA è un efficace strumento di analisi in grado di fornire ad un'azienda gli strumenti necessari per adottare delle misure correttive o delle decisioni a livello progettuale in grado di ridurre i possibili effetti dannosi di un prodotto sull'am-

biente. In termini di rifiuto industriale introduce importanti parametri come strumenti di valutazione e analisi, come il riuso e il riciclo:

Per quanto riguarda i processi che permettono il recupero del materiale, si deve distinguere tra il riuso e il riciclo: mentre il riuso prevede di riutilizzare lo stesso prodotto dopo un eventuale trattamento di ricondizionamento, il riciclo permette di recuperare il materiale contenuto nel prodotto giunto a fine vita per fabbricare il medesimo o un altro prodotto⁶.

Un metodo come LCA pone l'attenzione dunque su un parametro fondamentale che necessariamente a mio avviso caratterizzerà la progettazione dei prossimi anni, ovvero la considerazione in termini di impatto ambientale di tutte le fasi del ciclo vita di un prodotto, dalla sua ideazione fino alla sua dismissione, promuovendone il possibile reinserimento a fine vita in altre filiere produttive o in altri contesti di utilizzo, cercando di evitare la smaltimento in discarica che presupporrebbe pratiche non sostenibili sul lungo termine.

Per ottenere questo risultato è necessario un ripensamento dell'approccio che il sistema industriale, istituzionale e sociale adotta oggi in fase di progettazione, distribuzione, utilizzo e dismissione, promuovendo accorgimenti come il Design for Assembly e Disassembly, favorendo politiche di abbattimento degli sprechi di flussi, materiale, persone e incentivando lo sviluppo e la diffusione delle etichettature ambientali e campagne di sensibilizzazione per indurre le persone a riciclare e, ancor prima, a riusare.

I concetti di riciclo e di riuso assumono estrema importanza in un contesto culturale come quello contemporaneo, in quanto è soprattutto nei momenti di crisi sociale ed economica che si sviluppano strategie volte a eliminare sprechi e consumo superfluo di risorse e beni. La **teoria delle 4R** ne è un buon esempio: prevede tra i suoi vari punti l'applicazione di misure e accorgimenti volti a promuovere un miglior sfruttamento di risorse ed energia tramite politiche di **Riduzione, Riutilizzo, Riciclo, Recupero**.

Nata come filosofia ambientalista negli anni Settanta, è diventata direttiva europea nel 1975 (Direttiva 75/442/CEE), con successiva modifica nel 1991 (Direttiva 91/156/CEE), per essere poi proposta ed accettata in Italia come legge nel 1997 grazie al Decreto Ronchi (Dlgs. 22/97).

⁵ Baldo G., Marino M., Rossi S., 2008, *Analisi del ciclo di vita LCA, Gli strumenti per la progettazione sostenibile di materiali, prodotti e processi*, Edizioni Ambiente, Milano

⁶ Ivi

La Direttiva 2008/98/CE del Parlamento e del Consiglio Europeo del 2008 invece (in vigore da Dicembre 2010), prevede *misure volte a proteggere l'ambiente e la salute umana prevenendo o riducendo gli impatti negativi della produzione e della gestione dei rifiuti, riducendo gli impatti complessivi dell'uso delle risorse e migliorandone l'efficacia, stabilendo che il riutilizzo e il riciclaggio dovrebbero preferirsi alla valorizzazione energetica dei rifiuti.* La Direttiva, che sottolinea il valore di risorsa dei rifiuti, prevede un ordine gerarchico nell'approccio alla gestione dei rifiuti attraverso politiche di:

- 1 prevenzione
- 2 preparazione per il riutilizzo
- 3 riciclaggio
- 4 recupero di altro tipo, ad esempio di energia
- 5 smaltimento

Attraverso questa scala gerarchica si può osservare come lo smaltimento sia considerata l'ultima delle soluzioni auspicabili per il trattamento dei rifiuti e come sia da favorire l'opzione di riutilizzo rispetto a quella di riciclaggio, spesso energeticamente più dispendiosa.

Impostazioni come queste non possono che innescare un meccanismo migliorativo nell'atteggiamento collettivo verso la sostenibilità ambientale, ottenendo risultati positivi in termini di qualità della vita per le generazioni attuali e future. Occorre solamente che tale impostazione inizi a diffondersi in maniera massiccia e che diventi parte integrante del pensiero di tutte le realtà coinvolte nel processo progettuale, produttivo e di utilizzo dei prodotti.

2.4 Necessità di imitare la natura

La natura è stata da sempre fonte di stimolo e motivo di studio per innumerevoli scienziati, ingegneri e progettisti che hanno cercato di analizzarne i meccanismi di sviluppo al fine di comprenderli e replicarli per la realizzazione di artefatti. Questa tensione deriva dal fatto che tutti i sistemi presenti in natura sono frutto di innumerevoli processi combinati e complementari che si sono autopoterziati nel corso di un arco temporale di 3,8 miliardi di anni, creando una selezione superata solo da 1/1000 delle specie biologiche mai sviluppatesi

sul pianeta sino ad oggi⁷. È semplice intuire come un filtro così rigoroso abbia portato alla creazione di forme di vita che hanno seguito dei principi guida volti alla ricerca continua di ottimizzazione ed efficienza.

Con **biomimesi** si intende dunque il tentativo di analizzare e studiare i processi dei sistemi biologici al fine di una loro imitazione in ambito progettuale e produttivo per ottenere strutture, sistemi e tecnologie utili all'uomo utilizzando regole progettuali autopoterziatesi nel corso del processo evolutivo.

Come si può vedere in Fig. 2.2 dal grafico *Life creates conditions conducive to life*, l'istituto Biomimicry Group individua sei principi chiave (di importanza equivalente tra loro) nel meccanismo naturale con cui la vita si sviluppa:

- 1- essere efficienti in termini di risorse (materiali ed energia)
- 2- adattarsi a condizioni variabili
- 3- integrare sviluppo e crescita
- 4- essere in sintonia e rispettosi del territorio locale
- 5- sviluppare chimica favorevole alla vita
- 6- evolversi per sopravvivere

I sei punti si ampliano in diramazioni successive, e sebbene tutti potrebbero essere traslati in maniera più o meno rilevante in un contesto industriale/produttivo, i punti 1 (adottare approcci multi-funzionali, utilizzare processi a bassa energia, riciclare tutti i materiali, adattare la forma alla funzione), 3 (combinare componenti modulari e assemblabili [Fig. 2.3], svilupparsi secondo un approccio bottom-up, tendere all'auto-organizzazione) e 4 (utilizzare materiali ed energia prontamente disponibili, sviluppare relazioni collaborative, azionare processi ciclici, utilizzare sistemi di feedback) offrono una serie di spunti di riflessione assolutamente interessanti in termini di progettazione e produzione, specialmente in un'ottica di sviluppo sostenibile.

Uno dei recenti fenomeni di applicazione di questi principi in campo progettuale è quello che Carla Langella chiama **Hybrid design**:

...in un mondo fluido, sempre più caotico, dove le esigenze delle condizioni di base mutano di continuo e velocemente, trasferire il paradigma

⁷ Fonte: Biomimicry 3.8, Life's principles, www.biomimicry.net (ultima conn. al sito: 13-12-2012)

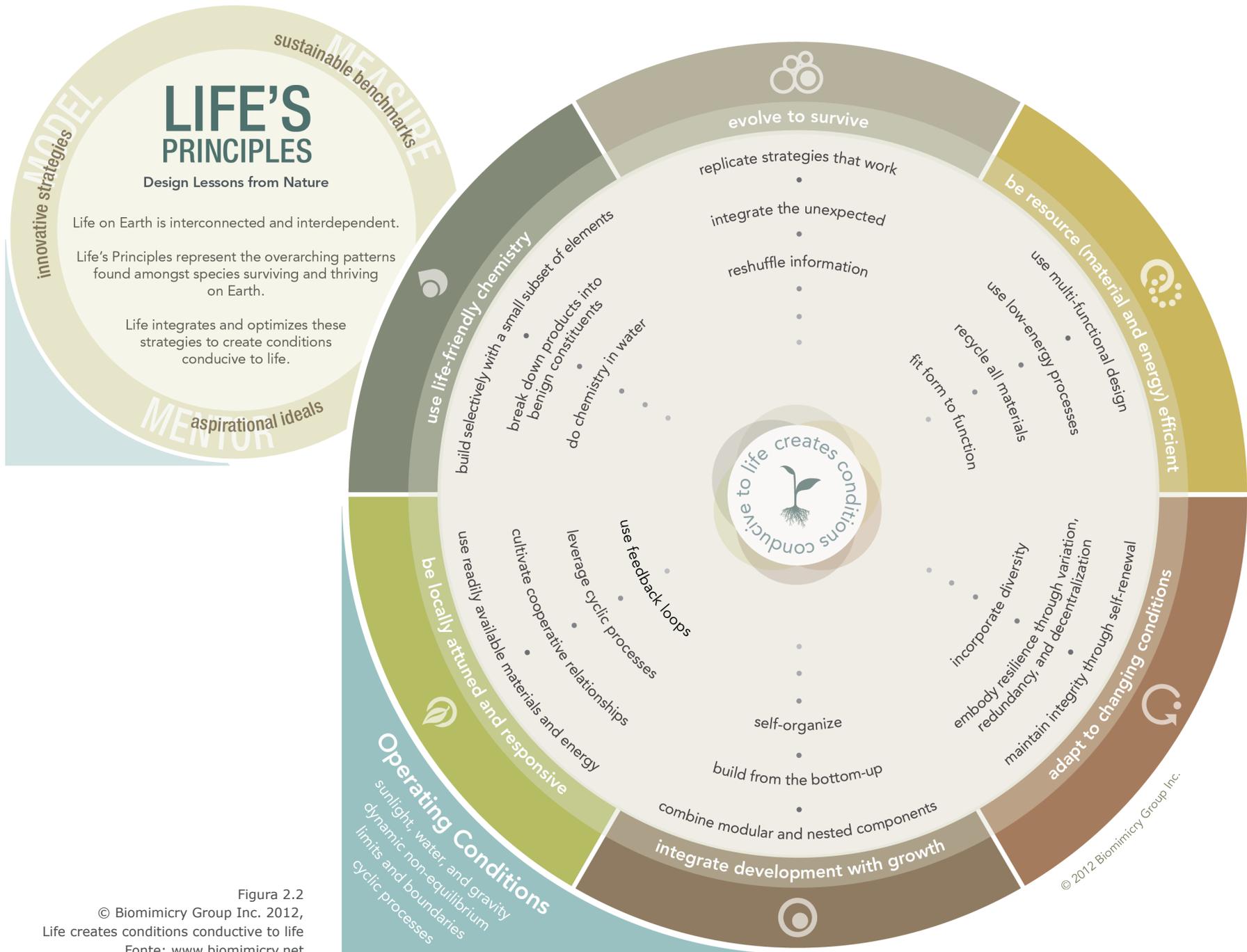


Figura 2.2
© Biomimicry Group Inc. 2012,
Life creates conditions conducive to life
Fonte: www.biomimicry.net

evolutivo su cui si fonda il progetto della natura offre nuove direzioni di sviluppo a un design innovativo che sia anche ambientalmente sostenibile [...]. L'hybrid design è un nuovo approccio progettuale che si propone di trasferire alla cultura del design la complessità insita nelle logiche, nei codici e nei principi del mondo biologico. Nell'hybrid design le qualità complesse tratte dal mondo biologico vengono trasferite al design di prodotti e servizi innovativi come una sorta di nuovo codice genetico.⁸

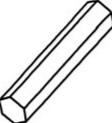
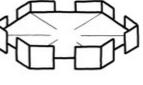
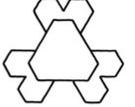
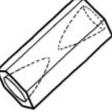
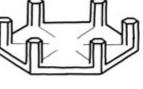
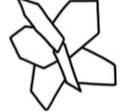
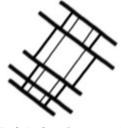
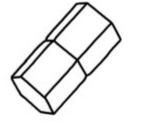
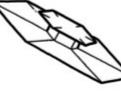
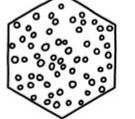
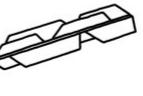
Sulla base delle teorizzazioni di Victor Papanek definite in *Design for the real world*, Giuseppe Salvia, nel suo libro *Il progetto della Natura*, pone inoltre particolare attenzione al ruolo del designer nel momento in cui adotti un approccio biomimetico al progetto secondo la filosofia Hybrid design:

L'hybrid design difatti estrae i principi generativi dei fenomeni da applicare in soluzioni progettuali formalmente anche molto differenti rispetto ai sistemi biologici ai quali si ispira. L'attributo "ibrido" vuole enfatizzare come l'applicazione dell'intelligenza della Natura nel progetto di artefatti possa fungere da intermediario tra biologia e tecnologia, dove spesso i concetti di materia, funzione e oggetto tendono a sovrapporsi e a confondersi. L'hybrid design inoltre condivide con gli altri approcci la trasversalità e l'interdisciplinarietà delle conoscenze e degli attori coinvolti. In particolare, come proponeva anche Papanek, al designer, grazie alle sue competenze trasversali, è affidato il ruolo di mediatore, orientato a verificare l'integrazione tra le diverse competenze e la coerenza con l'idea progettuale e gestire i continui salti di scala d'un processo progettuale che questo richiede. [...] In molti casi le tecnologie e i materiali con cui realizzare prodotti bioispirati ci sono già, ma quello che manca è il collegamento, la correlazione tra i problemi progettuali dell'uomo e le risposte provenienti dal mondo biologico.⁹

8 Langella C., 2007, *Hybrid design. Progettare fra tecnologia e natura*, Franco Angeli, Milano

9 Salvia G., Rognoli V., Levi M., 2009, *Il progetto della natura*, Ed. Franco Angeli, Milano

Fig. 2.3
Configurazioni modulari di diverse tipologie di cristalli di neve
Fonte: <http://www.its.caltech.edu>
© Ken Libbrecht

 Simple Prisms	 Solid Columns	 Sheaths	 Scrolls on Plates	 Triangular Forms
 Hexagonal Plates	 Hollow Columns	 Cups	 Columns on Plates	 12-branched Stars
 Stellar Plates	 Bullet Rosettes	 Capped Columns	 Split Plates & Stars	 Radiating Plates
 Sectored Plates	 Isolated Bullets	 Multiply Capped Columns	 Skeletal Forms	 Radiating Dendrites
 Simple Stars	 Simple Needles	 Capped Bullets	 Twin Columns	 Irregulars
 Stellar Dendrites	 Needle Clusters	 Double Plates	 Arrowhead Twins	 Rimed
 Fernlike Stellar Dendrites	 Crossed Needles	 Hollow Plates	 Crossed Plates	 Graupel

Uno degli aspetti più interessanti della *progettualità della natura* consiste dunque proprio in questa sua impostazione ciclica per la quale ogni trasformazione materica attraverso cui si viene a formare ciò che si è comunemente portati a identificare come rifiuto viene recuperata in modo che sia utile per qualcos'altro. La tendenza al miglioramento continuo ha portato a sviluppare nel tempo sistemi in cui non esiste il concetto stesso di scarto, secondo un efficiente schema a ciclo chiuso in grado di ottimizzare al meglio il consumo di risorse ed energia. E se questa impostazione è il risultato di circa quattro miliardi di anni di implementazioni continue, significa che con molta probabilità rappresenta la regola da seguire anche in ambito industriale, secondo un approccio appunto di tipo biomimetico in grado di considerare il rifiuto come risorsa di estremo valore ambientale, sociale ed economico. Riportando nuovamente le parole di Amory Lovins:

L'approccio dell'economia delle risorse sta già spingendo l'industria a reinventare se stessa secondo logiche più simili a quella dei sistemi biologici. La spinta a risparmiare risorse sta aprendo alla chimica, alla fisica, all'ingegneria dei processi, alla biologia e al design industriale nuove frontiere: riesaminare i sistemi produttivi, l'energia e i materiali necessari a fornire al prodotto e al consumatore finale specifiche qualità (forza, calore, struttura, protezione, funzione, velocità, tensione, rivestimento) abbandonando i sistemi meccanici basati sui metalli pesanti e sulla combustione e cercando soluzioni che utilizzino input minimi, temperature inferiori e reazioni enzimatiche.¹⁰

2.5 Ridurre gli sprechi

Sicuramente questa impostazione si trova in piena logica con un contesto culturale in cui non è più possibile permettersi di approcciarsi a risorse e materie prime come se queste fossero *a priori* e *in toto* inesauribili e ciclicamente rinnovabili.

Tale impostazione introduce inoltre un altro principio di estrema rilevanza, quello della **riduzione ed azzeramento degli sprechi**, che ha portato a sviluppare addirittura una vera e propria filosofia gestionale di organizzazione e produzione applicabile a un sistema di tipo industriale. Questo approccio, teorizzato da Ja-

mes P. Womack e Daniel T. Jones nel loro libro del 1997 *Lean Thinking (Pensiero snello)*, pone le sue basi sul modello di impostazione aziendale sviluppato dalla giapponese Toyota, sulla base delle direttive dell'ingegnere Taichi Ohno, responsabile del Toyota Production System nel trentennio 1945-1975.

Ohno pose in atto il cosiddetto modello della *fabbrica integrata* e della *qualità totale* tramite il principio di perfezionamento continuo *Kaizen* [Fig. 2.4], portando Toyota da una posizione di assoluta marginalità rispetto alla concorrenza americana di produttori di automobili alla fine degli anni Quaranta fino a farla diventare quattro decenni dopo il secondo principale produttore a livello mondiale del settore:

Le cifre, in effetti, sono impressionanti. Alla fine degli anni Quaranta la Toyota Motor Company era un'entità assolutamente marginale, pressochè invisibile sull'affollato mercato dell'auto dominato dai giganti americani: il numero di vetture prodotte complessivamente nei trent'anni della sua attività industriale non raggiungeva neppure la metà di quelle sfornate in un solo giorno dallo stabilimento Ford di Rouge (2685 contro 7000). E ancora nel 1950 gli 11706 autoveicoli (per la maggior parte autocarri), che costituivano la sua intera produzione, scomparivano di

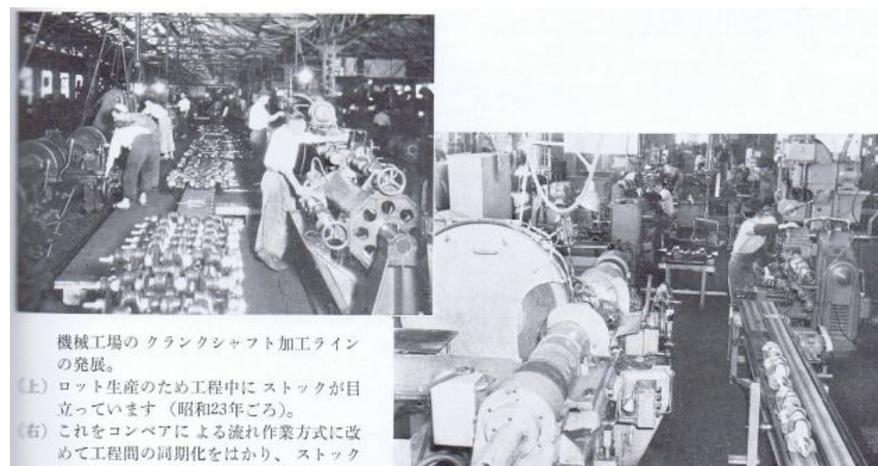


Fig. 2.4
Foto d'archivio della conversione alla filosofia Kaizen (immagine a destra) in una linea di produzione Toyota alla fine degli anni '50
Fonte: www.artoflean.com

¹⁰ Hawken P., Lovins A., Hunter Lovins L., 1999, Op. cit

fronte ai quasi 4 milioni di auto prodotte dalla General Motors, o agli oltre 2 milioni della Ford. Ma all'inizio degli anni Ottanta, con i suoi 3 milioni e mezzo di veicoli gettati sul mercato - realizzati con un numero di dipendenti di quasi dieci volte inferiore a quello delle sue più dirette concorrenti occidentali - la Toyota si installava saldamente al secondo posto nella classifica dei produttori mondiali. E collaborava in misura preminente allo storico sorpasso realizzato dall'industria automobilistica giapponese su quella americana: 11 milioni di auto prodotte annualmente contro appena 8 milioni.¹¹

Ohno basò il suo pensiero e la sua leadership carismatica sulla filosofia del *miglioramento continuo* volto alla ricerca del perfezionamento di se stessi (piuttosto che adeguarsi rispetto alla concorrenza), attraverso una politica di abbattimento degli sprechi inutili di flussi di materiali e persone, di tempo, evitando la produzione in lotti e le scorte di magazzino (è considerato il padre del cosiddetto sistema *Just in time*, ovvero della produzione esclusivamente su ordine in modo da evitare sovrapproduzione non necessaria da accumulare in magazzino) focalizzando l'attenzione a livello produttivo solo su ciò che creasse effettivo valore per il cliente. Questa impostazione mentale derivò anche dal contesto di povertà economica e sociale in cui si stava trovando il Giappone tra la fine dell'800 e i primi anni del '900. Come sottolineano Womack e Jones:

In giapponese il concetto di spreco si traduce Muda, ma non è superfluo sottolineare che nella cultura giapponese questo termine si carica anche di un significato sociale ed etico. Per una società opulenta la presenza di sprechi può rappresentare un aspetto negativo ma secondario, nulla più di un inconveniente, che sarebbe preferibile eliminare ma che non altera l'organizzazione sociale. Nel caso di una società povera, come è stata fino a qualche decennio fa quella giapponese, lo spreco è molto più di un inconveniente, può essere assimilato a quello che è il peccato nella cultura cattolica. Un qualcosa di intrinsecamente negativo che va combattuto ed eliminato.¹²

11 Ohno T., 2004, *Lo spirito Toyota. Il modello giapponese della qualità totale. E il suo prezzo*, Ed. Einaudi, Torino

12 Womack J., Jones D., 2008, *Lean Thinking, Come creare valore e bandire gli sprechi*, Guerini e Associati Editore, Milano

L'approccio alla produzione di Toyota ebbe un tale impatto sull'immaginario collettivo del sistema industriale, da essere analizzato e teorizzato verso la fine del secolo scorso da Womack e Jones nel loro primo famoso volume del 1991 *The machine that changed the world*, risultato di diversi anni di studio e analisi soprattutto del settore automotive, in cui veniva presentato l'approccio alla produzione snella giapponese e il suo carattere di evoluzione e potenziale miglioramento rispetto al tradizionale modello occidentale di produzione di massa.

Sebbene abbia costituito fonte di ispirazione per molti imprenditori, serviva una strutturazione metodica più precisa, motivo che ha portato gli autori alla trattazione di *Lean Thinking*, in cui sono stati delineati con maggior precisione i principi guida della produzione snella e i vantaggi economici e ambientali che derivano da tale approccio, proponendo numerosi casi studio in cui la loro applicazione si è rilevata fonte di successo e profitto. In sintesi:

...il pensiero snello può essere ricondotto a cinque principi: definire con precisione il valore dei singoli prodotti, identificare il flusso di valore di ciascun prodotto, far sì che il valore scorra senza interruzioni, lasciare che il cliente "tiri" il valore del produttore (sistema pull) e perseguire la perfezione.[...] Per spiccare un ulteriore salto c'è bisogno di un modo completamente nuovo di pensare al ruolo dell'impresa, alle funzioni e ai percorsi per canalizzare il flusso di valore dall'ideazione al lancio del prodotto, dall'ordine alla consegna, dalla materia prima alle mani del cliente. Un nuovo concetto, l'impresa snella, può far muovere in modo sensazionale l'intero flusso di valore dei prodotti nella direzione della perfezione.¹³

È esattamente questo lo scarto culturale a cui si stava accennando prima: ridimensionare il sistema produttivo trovando soluzioni tali da evitare in qualsiasi modo tutto ciò che non crei valore per il cliente. I rifiuti di lavorazione industriale, concepiti nel modo in cui lo sono ora, non presentano caratteristiche di valore per nessuno, anzi costituiscono molto spesso delle vere e proprie fonti di perdita e di rimessa monetaria per le aziende, in quanto il loro smaltimento, specie se proiettato in ottiche di produzione industriale, può coinvolgere strutture e impianti di grandi dimensioni, con costi a essi connessi di assoluta rilevanza, che potrebbero essere evitati attraverso opportuni accorgimenti. Pro-

13 Ivi

gettisti e imprenditori hanno invece l'opportunità di cambiare questa tendenza, facendoli diventare fonte di guadagno sia in termini economici per l'apparato industriale, sia in termini di salute e salvaguardia ambientale per le persone e l'ecosistema. È importante ribadire nuovamente come questi due ultimi aspetti non siano incompatibili tra loro escludendosi a vicenda, bensì siano interconnessi e complementari l'uno con l'altro.

William McDonough e Michael Braungart, in risposta alle polemiche ricevute per la loro collaborazione con molti degli "spietati" settori del mondo economico per diffondere la loro idea di progettazione sostenibile ed ecoefficacia applicata al mondo produttivo, sostengono:

Chi ci fa domande di questo genere spesso è convinto che interessi commerciali e ambientali debbano necessariamente essere in conflitto e che gli ambientalisti che lavorano con le grosse aziende siano dei traditori. Del resto anche gli operatori economici hanno pregiudizi nei confronti degli ambientalisti e degli attivisti, e spesso li considerano delle teste calde che difendono progetti e politiche pericolose, difficili, scarsamente tecnologiche ed economicamente svantaggiose. Di solito si pensa che si debba stare da una parte o dall'altra della barricata. Ma esistono correnti di pensiero che sostengono la possibilità di conciliare i due campi apparentemente in competizione, proponendo la nozione di "economia sociale di mercato", "attività economiche per la responsabilità sociale" o "capitalismo naturale" [...] L'ecoefficacia vede nel commercio il motore del cambiamento e rispetta il suo bisogno di rapidità e produttività, ma sostiene anche che, rifuggendo l'impegno ambientale, sociale e culturale, il commercio causerà una tragedia collettiva e distruggerà risorse naturali e umane preziose per le generazioni future. L'ecoefficacia rispetta il commercio e il bene comune su cui è fondata.¹⁴

Il modello produttivo e di consumo attuale prevede un ciclo vita per beni e servizi determinato da una serie di passaggi secondo lo schema rappresentato in Fig. 2.5: l'impostazione del modello tradizionale dalla Prima Rivoluzione Industriale fino a pochi decenni fa ha considerato questa serie di passaggi come un flusso lineare, in cui fosse scarsamente previsto o addirittura nullo un ricon-

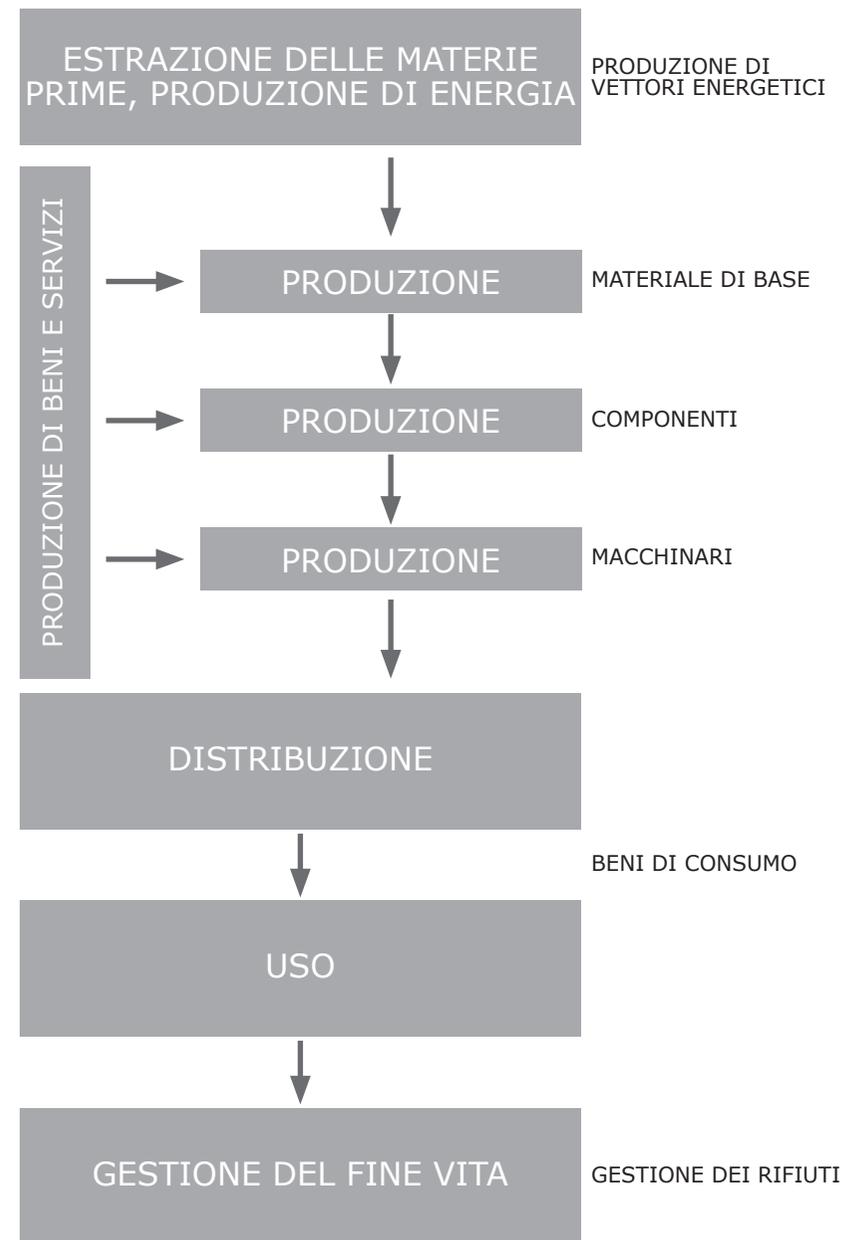


Fig. 2.5

Fasi successive del ciclo di vita di un prodotto

Fonte: Adattamento da Baldo G., Marino M., Rossi S., *Analisi del ciclo di vita LCA, Gli strumenti per la progettazione sostenibile di materiali, prodotti e processi*

¹⁴ McDonough W., Braungart M., 2003, *Dalla culla alla culla, come conciliare tutela dell'ambiente, equità sociale e sviluppo*, Blu Edizioni, Torino



Fig. 2.6
Una foto del 1990 della famosa discarica Fresh Kills di New York
Fonte: © Stephen Ferry, <http://www.gettyimages.com>

giungimento tra l'ultimo e il primo punto.

Questo modello ha portato come conseguenza l'accumulo di una incredibile quantità di rifiuti che in maniera assolutamente non sostenibile per le capacità fisiche e biologiche del pianeta [Fig. 2.6] sono state riversate nell'ambiente, causando danni in alcuni casi ormai irreversibili.

Da quando, come si diceva prima, la sensibilizzazione verso queste tematiche è iniziata, sono stati fatti grandi passi per reinterpretare questo flusso di passaggi non più in maniera lineare ma *circolare*, secondo un modello che non prevedesse più la dismissione in discarica a fine vita di prodotti e materiali, ma che possa reinterpretare questi ultimi nell'ottica di poter essere reinseriti nella stessa o in altre filiere produttive, secondo il principio guida **dalla culla alla culla** proposto da McDonough e Braungart:

Riconosciamo e capiamo quanto sia importante per l'uomo sentirsi speciale, unico. Ma nel caso dei materiali, ci sembra più sensato insistere su

quei caratteri di somiglianza e ordinarietà che ci permettono di godere più di una volta anche di prodotti speciali e unici. Spesso ci chiediamo che cosa sarebbe accaduto se la Rivoluzione Industriale avesse avuto luogo in società che mettono al primo posto la comunità e non l'individuo, e in cui si crede non in un ciclo vitale "dalla culla alla tomba" ma nella reincarnazione. [...] Se gli esseri umani desiderano conservare l'attuale stato di benessere, dovranno imparare a imitare il sistema di flussi di nutrienti e il metabolismo altamente efficace della natura, "dalla culla alla culla", in cui il concetto stesso di rifiuto non esiste. Eliminare il concetto di rifiuto significa progettare tutto - prodotti, imballaggi e sistemi - fin dall'inizio in base al principio che il rifiuto non esiste. Significa che saranno le preziose sostanze nutritive contenute nei materiali a modellare il progetto e a definirlo, che la sua forma sarà determinata dall'evoluzione, non solo dalla funzione. Siamo convinti che questa sia una prospettiva decisamente più valida rispetto a quella odierna.¹⁵

Risulta evidente a mio avviso come, andando ad intervenire con pratiche idonee e innovative nell'ultima fase dello schema di Fig. 2.5, quello della gestione dei rifiuti, cercando di favorire pratiche volte al recupero di materiale (e di energia), si andrebbe a diminuire l'impatto economico e ambientale del primo punto, quello dell'estrazione delle materie prime e della produzione di energia, e a catena consequenziale quello dei punti successivi. In questa nuova impostazione una metodologia volta al recupero dei rifiuti industriali trova sicuramente applicazioni potenziali da tenere in considerazione. Si verrebbe a creare la possibilità di sviluppare nuovi materiali, prodotti e occasioni di lavoro, in grado di ridurre drasticamente gli effetti nocivi della produzione manifatturiera sull'ambiente e costituire fonte di profitto.

Le potenzialità e le occasioni di business, il ritorno in termini di immagine e il valore culturale dell'operazione sono i punti cardine che settori come quello industriale e sociale devono percepire in maniera sinergica affinché questo movimento possa innescarsi in modo diffuso, lasciando indietro quelle realtà che non saranno in grado di adattarsi al cambiamento.

3. IL RIFIUTO INDUSTRIALE

3. IL RIFIUTO INDUSTRIALE

Introduzione

La produzione e gestione dei *rifiuti* derivati dal *settore industriale* sono temi sui quali si sta intervenendo molto negli ultimi anni per via del crescente problema ambientale e occupa per l'Italia un ambito di notevole importanza dato il numero di imprese operative sul territorio nazionale e della loro influenza sul PIL nazionale.

Il capitolo vuole offrire un quadro riassuntivo dei provvedimenti che sono stati presi a livello di **legislazione italiana** e di **direttive europee** negli ultimi quindici anni (a partire dal Decreto Ronchi del 1997) in materia di gestione dei rifiuti per ridurre il quantitativo di risorse estratte, favorendo pratiche operative come il riutilizzo, il riciclaggio, il recupero di energia e disincentivando soluzioni altamente impattanti come la dismissione in discarica aumentando ad esempio la tassazione sullo smaltimento dei rifiuti. Decisioni come questa costringono il mondo imprenditoriale e progettuale a trovare soluzioni alternative più efficienti a livello ambientale per la gestione dello smaltimento dei rifiuti, aspetto di interesse sia privato che collettivo.

Viene presentata inoltre un quadro generale sulla produzione dei rifiuti speciali (ovvero quelli relativi al mondo dell'industria) in Italia con particolare riferimento ai diversi settori produttivi coinvolti e alle tre macroaree geografiche nazionali Nord, Centro e Sud. I dati analizzati sono relativi al **Rapporto sui Rifiuti Speciali ISPRA 2011**, un documento di estremo interesse attraverso il quale è possibile effettuare una corretta lettura dell'origine dei rifiuti di lavorazione industriale e capire quali sono i settori maggiormente coinvolti nella loro produzione.

Capire in termini quantitativi l'entità dei rifiuti prodotti in Italia da diversi settori economici (in particolare relativi al settore manifatturiero) è importante per un progettista, in quanto è necessaria una presa di coscienza dell'importanza che questo ambito sta oggi assumendo a livello nazionale e internazionale per poter modificare e migliorare il proprio *modus operandi* attraverso pratiche progettuali più corrette dal punto di vista della sostenibilità ambientale estraendo meno, progettando e producendo meglio, recuperando di più.

3.1 Il rifiuto a livello legislativo e normativo

La *classificazione* e la *gestione* dei rifiuti sono ambiti di intervento estremamente ampi, che accolgono al loro interno declinazioni molteplici in termini di beni e materiali coinvolti. Dalla seconda metà del secolo scorso il tema dello smaltimento e del recupero dei rifiuti è diventato di rilevanza sempre maggiore, portando all'emanazione e all'aggiornamento continuo di leggi e decreti da parte delle autorità nazionali e internazionali competenti, in collaborazione con centri di ricerca appositamente istituiti per la raccolta e l'elaborazione di dati e analisi relativi ai rifiuti e alle attività antropiche che vanno ad influire sull'ambiente.

3.1.1 Il Decreto Ronchi

Sulla base delle direttive europee 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e rifiuti da imballaggio è stata emanata una legge in Italia, definita dal **Dlgs 22 del 5 febbraio 1997**¹ ed entrata in vigore nel marzo 1997, per la corretta gestione dei rifiuti derivati dalle diverse attività umane. Sebbene sia stata soggetta a successive modifiche e provvedimenti negli anni, con la sua definitiva abrogazione e sostituzione del Dlgs 152/06 del 3 aprile 2006, ha costituito una struttura di base importante per la creazione di una rete più capillare ed efficiente di monitoraggio, smistamento e trattamento dei rifiuti.

Il suo carattere innovativo è stato costituito dall'emanazione di articoli volti a *incentivare* la riduzione nella produzione di rifiuti, promuovendo attività di recupero e riciclaggio col fine di migliorare le condizioni di vita dell'uomo e la qualità dell'ambiente.

Ha inoltre istituito una serie di *provvedimenti* e di *adempimenti* a carico dei produttori e detentori di rifiuti, per un controllo più ampio e più semplice della gestione dei rifiuti. I principali tra questi adempimenti sono costituiti dall'obbligo di redigere un *formulario identificativo* e un *registro per il trasporto*, in cui devono essere presentate le informazioni sui rifiuti trasportati, sui soggetti coinvolti e sui tempi, modalità e luoghi dell'operazione e sul carico e lo scarico dei rifiuti (come previsto dagli articoli 11 e 12) e sulla redazione di un *Modello Unico di Dichiarazione Ambientale (MUD)* attraverso il quale si può comunicare alla Camera di Commercio l'entità e il quantitativo di rifiuti prodotti, portati allo

smaltimento o destinati al recupero sulla base del precedente anno di attività, facendo riferimento alla catalogazione *CER (Catalogo Europeo dei Rifiuti)*, di cui si parlerà più avanti.

Il Dlgs 22/97, meglio noto come **Decreto Ronchi**, ha delineato un innovativo approccio mentale al tema del trattamento dei rifiuti, focalizzando l'attenzione in maniera rilevante sul tema della tutela della salute dell'uomo e dell'ambiente, incentivando politiche volte al *recupero* e al *riciclaggio*, valutate come scelte più sostenibili rispetto allo smaltimento. Come riportato nell'**art. 2 (Finalità del Decreto)**:

1. La gestione dei rifiuti costituisce attività di pubblico interesse ed è disciplinata dal presente decreto al fine di assicurare un'elevata protezione dell'ambiente e controlli efficaci, tenendo conto della specificità dei rifiuti pericolosi.

2. I rifiuti devono essere recuperati o smaltiti senza pericolo per la salute dell'uomo e senza usare procedimenti o metodi che potrebbero recare pregiudizio all'ambiente e, in particolare:

- a) senza determinare rischi per l'acqua, l'aria, il suolo e per la fauna e la flora;*
- b) senza causare inconvenienti da rumori o odori;*
- c) senza danneggiare il paesaggio e i siti di particolare interesse, tutelati in base alla normativa vigente.*

3. La gestione dei rifiuti si conforma ai principi di responsabilizzazione e di cooperazione di tutti i soggetti coinvolti nella produzione, nella distribuzione, nell'utilizzo e nel consumo di beni da cui originano i rifiuti, nel rispetto dei principi dell'ordinamento nazionale e comunitario.

[...]

Come riportato nell'**art. 4 (Recupero dei rifiuti)**:

1. Ai fini di una corretta gestione dei rifiuti le autorità competenti favoriscono la riduzione dello smaltimento finale dei rifiuti attraverso:

- a) il reimpiego ed il riciclaggio;*
- b) le altre forme di recupero per ottenere materia prima dai rifiuti;*
- c) l'adozione di misure economiche e le determinazioni di condizioni di appalto che prevedano l'impiego dei materiali recuperati dai rifiuti al fine di favorire il mercato dei materiali medesimi;*
- d) l'utilizzazione principale dei rifiuti come combustibile o come altro mezzo per produrre energia.*

¹ www.parlamento.it/parlam/leggi/deleghe/97022 (ultima conn. al sito: 13-11-2012)

2. Il riutilizzo, il riciclaggio e il recupero di materia prima debbono essere considerati preferibili rispetto alle altre forme di recupero.

3. Al fine di favorire e incrementare le attività di riutilizzo, di riciclaggio e di recupero le autorità competenti ed i produttori promuovono analisi dei cicli di vita dei prodotti, ecobilanci, informazioni e tutte le altre iniziative utili.

4. Le autorità competenti promuovono e stipulano accordi e contratti di programma con i soggetti economici interessati al fine di favorire il riutilizzo, il riciclaggio ed il recupero dei rifiuti, con particolare riferimento al reimpiego di materie prime e di prodotti ottenuti dalla raccolta differenziata con la possibilità di stabilire agevolazioni in materia di adempimenti amministrativi nel rispetto delle norme comunitarie ed il ricorso a strumenti economici.

[...]

Politiche di recupero e riciclaggio di beni e prodotti consentono di evitare di destinare a smaltimento in discarica un quantitativo notevole di prodotti non assimilabili altrimenti in maniera e tempi sostenibili; questi beni invece avrebbero un grande valore intrinseco in termini di risorse economiche progettandone correttamente il fine vita.

L'industria costruisce le cose. Prende materiali - solitamente dal suolo - e li trasforma secondo le forme desiderate. Questi oggetti vengono venduti, distribuiti, usati, scartati e poi tendenzialmente ributtati sul o sotto il suolo. Poichè l'utilizzo economico non crea e non distrugge la materia ma ne cambia solo la dislocazione, la forma e il valore, in pratica gli stessi quantitativi che sono stati estratti come risorse, trattati, trasportati, resi merce e distribuiti, vengono poi restituiti sotto forma di rifiuti e inquinamento²

Oltre a porre in primo piano aspetti riguardanti la tutela ecosistemica, è possibile rilevare come il Decreto abbia innescato un meccanismo per il quale la via preferenziale da intraprendere nel trattamento dei materiali e dei prodotti di rifiuto sia quella di riutilizzarli, riciclarli o ottenerne materia prima destinata allo stesso o ad un altro utilizzo attraverso attività alternative di recupero. In questo

modo il processo di smaltimento, in alcuni casi inevitabile, viene portato a una dimensione diversa, una sorta di declassamento di valore in grado di far percepire al produttore di rifiuti, ma più in generale alla società, la bontà e il carattere di validità delle altre opzioni proposte rispetto alle procedure di smaltimento. Il passaggio è descritto nell'**art. 5 (Smaltimento dei rifiuti)**:

1. Lo smaltimento dei rifiuti deve essere effettuato in condizioni di sicurezza e costituisce la fase residuale della gestione dei rifiuti.

2. I rifiuti da avviare allo smaltimento finale devono essere il più possibile ridotti potenziando la prevenzione e le attività di riutilizzo, di riciclaggio e di recupero.

3. Lo smaltimento dei rifiuti è attuato con il ricorso ad una rete integrata ed adeguata di impianti di smaltimento, che tenga conto delle tecnologie più perfezionate a disposizione che non comportino costi eccessivi, al fine di:

a) realizzare l'autosufficienza nello smaltimento dei rifiuti urbani non pericolosi in ambiti territoriali ottimali;

b) permettere lo smaltimento dei rifiuti in uno degli impianti appropriati più vicini, al fine di ridurre i movimenti dei rifiuti stessi, tenendo conto del contesto geografico o della necessità di impianti specializzati per determinati tipi di rifiuti;

c) utilizzare i metodi e le tecnologie più idonei a garantire un alto grado di protezione dell'ambiente e della salute pubblica.

[...]

Per poter controllare adeguatamente il rispetto dei vari passaggi del Decreto e gestire al meglio quelle attività che incentivino il recupero o altre attività volte a preservare la salute umana e la salubrità ambientale, è stato istituito un ente presso il Ministero dell'Ambiente, l'Osservatorio Nazionale sui Rifiuti. I suoi compiti e attività sono descritti nell'**art. 26**:

1. Al fine di garantire l'attuazione delle norme di cui al presente decreto legislativo, con particolare riferimento alla prevenzione della produzione della quantità e della pericolosità dei rifiuti ed all'efficacia, all'efficienza ed all'economicità della gestione dei rifiuti, degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio, nonché alla tutela della salute pubblica e dell'ambiente, è istituito, presso il Ministero dell'ambiente, l'Osservatorio nazionale sui rifiuti, in appresso denominato Osservatorio. L'Osservatorio svolge, in particolare, le seguenti funzioni:

a) vigila sulla gestione dei rifiuti, degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio;

b) provvede all'elaborazione ed all'aggiornamento permanente di criteri e spe-

2 Hawken P., Lovins A., Hunter Lovins L., 1999, Op. cit

cifici obiettivi d'azione, nonché alla definizione ed all'aggiornamento permanente di un quadro di riferimento sulla prevenzione e sulla gestione dei rifiuti;

[...]

In particolare riferimento al **settore manifatturiero**, il Decreto Ronchi ha costituito, attraverso una vera e propria *legge quadro*, un momento di passaggio fondamentale verso l'accettazione a livello politico ed economico di strategie volte a definire uno schema mentale nuovo in tutte quelle realtà coinvolte nella produzione di rifiuti, in quanto promuovere attività che riducano il più possibile a monte il quantitativo del materiale eccedente presuppone una diversa impostazione del processo progettuale: il rifiuto, momento spesso *inevitabile* per ottenere determinate caratteristiche di un componente, può essere ridotto drasticamente se si inizia a considerarlo sin dalle fasi iniziali di progettazione.

3.1.2 Decreto Legislativo 152/06

Il **Dlgs n. 152 del 3 aprile 2006**³, pubblicato sul Supplemento Ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* n.88 del 14 aprile 2006, è ciò che di fatto ha costituito l'abrogazione del precedente Decreto Ronchi. Quest'ultimo ha dettato strategie innovative per la gestione dei rifiuti da parte dei produttori/detentori: il Dlgs 152/06 invece, attuando la legge n.308 del 15 dicembre 2004 dispone **Norme in materia ambientale**, disciplinando materie tra cui, come previsto nell'**art. 1 (ambito di applicazione)**:

a) *nella parte seconda, le procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC);*

b) *nella parte terza, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche;*

c) *nella parte quarta, la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti contaminati;*

d) *nella parte quinta, la tutela dell'aria e la riduzione delle emissioni in atmosfera;*

e) *nella parte sesta, la tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente.*

Viene presentata come finalità primaria del decreto una relazione integrata tra uomo e ambiente tale che le attività antropiche, che devono consentire un miglioramento della qualità della vita per l'uomo stesso, siano ottenute solo tramite la tutela e un utilizzo intelligente delle risorse ambientali, al fine di ottenere

un miglioramento ecosistemico globale per entrambe le parti, come è disposto nell'**art. 2 (finalità)**:

1. Il presente decreto legislativo ha come obiettivo primario la promozione dei livelli di qualità della vita umana, da realizzare attraverso la salvaguardia ed il miglioramento delle condizioni dell'ambiente e l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

[...]

Il momento di *implementazione* rispetto al Dlgs 22/97, dal quale comunque trae una base fondamentale, consiste dunque nella disposizione di strategie finalizzate non solo alla gestione e al trattamento dei rifiuti, bensì a un approccio di più ampio respiro che preveda *più aree di intervento*. Il tema dei rifiuti è ovviamente trattato in maniera ampia, ma costituisce solo una delle sei parti del decreto, ovvero la **parte Quarta**, che dispone *Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati*. Secondo l'**art. 177 (campo di applicazione)**:

1. La parte quarta del presente decreto disciplina la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati anche in attuazione delle direttive comunitarie sui rifiuti, sui rifiuti pericolosi, sugli oli usati, sulle batterie esauste, sui rifiuti di imballaggio, sui policlorobifenili (PCB), sulle discariche, sugli inceneritori, sui rifiuti elettrici ed elettronici, sui rifiuti portuali, sui veicoli fuori uso, sui rifiuti sanitari e sui rifiuti contenenti amianto. Sono fatte salve disposizioni specifiche, particolari o complementari, conformi ai principi di cui alla parte quarta del presente decreto, adottate in attuazione di direttive comunitarie che disciplinano la gestione di determinate categorie di rifiuti.

[...]

Il punto 3 dell'**art.178 (finalità)** introduce alcuni concetti interessanti dal punto di vista metodologico nell'approccio alla gestione dei rifiuti sia in fase preproduttiva che di effettiva produzione degli stessi, anticipando (in maniera piuttosto esplicita) le responsabilità di chi non si attiene alle disposizioni:

3. La gestione dei rifiuti è effettuata conformemente ai principi di precauzione, di prevenzione, di proporzionalità, di responsabilizzazione e di cooperazione di tutti i soggetti coinvolti nella produzione, nella distribuzione, nell'utilizzo e nel consumo di beni da cui originano i rifiuti, nel rispetto dei principi dell'ordinamento nazionale e comunitario, con particolare riferimento al principio comunitario "chi inquina

³ www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/06152 (ultima conn. al sito: 15-11-2012)

paga". A tal fine la gestione dei rifiuti e' effettuata secondo criteri di efficacia, efficienza, economicità e trasparenza.

Gli **articoli 179 e 180** determinano i criteri prioritari in termini di iniziative volte a sviluppare ed investire in tecnologie e strutture in grado di ridurre il quantitativo di rifiuti prodotti e promuovono attività di prevenzione per ottenere, oltre al concetto appena espresso, limitazioni in termini di nocività dei rifiuti, da evitare nel maggior modo possibile:

Art.179

1. Le pubbliche amministrazioni perseguono, nell'esercizio delle rispettive competenze, iniziative dirette a favorire prioritariamente la prevenzione e la riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti, in particolare mediante:

- a) lo sviluppo di tecnologie pulite, che permettano un uso più razionale e un maggiore risparmio di risorse naturali;*
- b) la messa a punto tecnica e l'immissione sul mercato di prodotti concepiti in modo da non contribuire o da contribuire il meno possibile, per la loro fabbricazione, il loro uso o il loro smaltimento, ad incrementare la quantità o la nocività dei rifiuti e i rischi di inquinamento;*
- c) lo sviluppo di tecniche appropriate per l'eliminazione di sostanze pericolose contenute nei rifiuti al fine di favorirne il recupero.*

2. Nel rispetto delle misure prioritarie di cui al comma 1, le pubbliche amministrazioni adottano, inoltre, misure dirette al recupero dei rifiuti mediante riciclo, reimpiego, riutilizzo o ogni altra azione intesa a ottenere materie prime secondarie, nonche' all'uso di rifiuti come fonte di energia.

Art.180

1. Al fine di promuovere in via prioritaria la prevenzione e la riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti, le iniziative di cui all'articolo 179 riguardano in particolare:

- a) la promozione di strumenti economici, eco-bilanci, sistemi di certificazione ambientale, analisi del ciclo di vita dei prodotti, azioni di informazione e di sensibilizzazione dei consumatori, l'uso di sistemi di qualità, nonche' lo sviluppo del sistema di marchio ecologico ai fini della corretta valutazione dell'impatto di uno specifico prodotto sull'ambiente durante l'intero ciclo di vita del prodotto medesimo;*

[...]

Le attività di *recupero* dei rifiuti sono incentivate attraverso una serie di disposizioni che prevedono la riduzione dei quantitativi di materiale destinato a smaltimento in discarica, favorendo analisi di ciclo vita dei prodotti e proponendo agevolazioni burocratiche e finanziarie nel momento in cui si voglia investire in attività che prevedano processi o tecnologie in grado di sfruttare il reimpiego e il recupero dei materiali di rifiuto, per ottenere ad esempio *materia prima secondaria*, incentivandone così il mercato e la diffusione. I punti 12, 13 e 14 riguardanti appunto le condizioni di inapplicabilità delle norme del decreto in materia di gestione dei rifiuti a questi tipi di materiale presenta spunti di riflessione interessanti per aziende e progettisti: il materiale di rifiuto derivato da una lavorazione industriale, se progettato adeguatamente in modo tale da costituire materia prima secondaria, *non risente più* dei vincoli disciplinari del decreto, trasformandosi dunque da materiale di cui disfarsi a nuovo materiale da poter utilizzare in altri cicli produttivi. Riportando l'**art.181 (recupero dei rifiuti)**:

1. Ai fini di una corretta gestione dei rifiuti le pubbliche amministrazioni favoriscono la riduzione dello smaltimento finale dei rifiuti attraverso:

- a) il riutilizzo, il reimpiego ed il riciclaggio;*
- b) le altre forme di recupero per ottenere materia prima secondaria dai rifiuti;*
- c) l'adozione di misure economiche e la previsione di condizioni di appalto che prescrivano l'impiego dei materiali recuperati dai rifiuti al fine di favorire il mercato di tali materiali;*
- d) l'utilizzazione dei rifiuti come mezzo per produrre energia.*

2. Al fine di favorire e incrementare le attività di riutilizzo, di reimpiego e di riciclaggio e l'adozione delle altre forme di recupero dei rifiuti, le pubbliche amministrazioni ed i produttori promuovono analisi dei cicli di vita dei prodotti, ecobilanci, campagne di informazione e tutte le altre iniziative utili.

3. Alle imprese che intendono modificare i propri cicli produttivi al fine di ridurre la quantità e la pericolosità dei rifiuti prodotti ovvero di favorire il recupero di materiali sono concesse in via prioritaria le agevolazioni gravanti sul Fondo speciale rotativo per l'innovazione tecnologica, previste dagli articoli 14 e seguenti della legge 17 febbraio 1982, n. 46. Le modalità, i tempi e le procedure per la concessione e l'erogazione delle agevolazioni predette sono stabilite con decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con i Ministri dell'ambiente e della tutela del territorio, dell'economia e delle finanze e della salute.

4. Le pubbliche amministrazioni promuovono e stipulano accordi e contratti di

programma con i soggetti economici interessati o con le associazioni di categoria rappresentative dei settori interessati, al fine di favorire il riutilizzo, il reimpiego, il riciclaggio e le altre forme di recupero dei rifiuti, nonché l'utilizzo di materie prime secondarie, di combustibili o di prodotti ottenuti dal recupero dei rifiuti provenienti dalla raccolta differenziata. Nel rispetto dei principi e dei criteri previsti dalle norme comunitarie e delle norme nazionali di recepimento, detti accordi e contratti di programma attuano le disposizioni previste dalla parte quarta del presente decreto, oltre a stabilire semplificazioni in materia di adempimenti amministrativi nel rispetto delle norme comunitarie e con l'eventuale ricorso a strumenti economici.

[...]

12. La disciplina in materia di gestione dei rifiuti si applica fino al completamento delle operazioni di recupero, che si realizza quando non sono necessari ulteriori trattamenti perché le sostanze, i materiali e gli oggetti ottenuti possono essere usati in un processo industriale o commercializzati come materia prima secondaria, combustibile o come prodotto da collocare, a condizione che il detentore non se ne disfi o non abbia deciso, o non abbia l'obbligo, di disfarsene.

13. La disciplina in materia di gestione dei rifiuti non si applica ai materiali, alle sostanze o agli oggetti che, senza necessità di operazioni di trasformazione, già presentino le caratteristiche delle materie prime secondarie, dei combustibili o dei prodotti individuati ai sensi del presente articolo, a meno che il detentore se ne disfi o abbia deciso, o abbia l'obbligo, di disfarsene.

14. I soggetti che trasportano o utilizzano materie prime secondarie, combustibili o prodotti, nel rispetto di quanto previsto dal presente articolo, non sono sottoposti alla normativa sui rifiuti, a meno che se ne disfino o abbiano deciso, o abbiano l'obbligo, di disfarsene.

Per quanto riguarda le attività di smaltimento, il decreto chiaramente definisce le attività di smaltimento come ultima opzione da considerare per prodotti o materiali a fine vita, privilegiando azioni di recupero, riciclaggio e riutilizzo dei rifiuti. Le condizioni inerenti alla scelta e all'attuazione delle procedure di smaltimento sono delineate dall'**art. 182 (smaltimento dei rifiuti)**:

1. Lo smaltimento dei rifiuti è effettuato in condizioni di sicurezza e costituisce la fase residuale della gestione dei rifiuti, previa verifica, da parte della competente autorità, della impossibilità tecnica ed economica di esperire le operazioni di recupero di cui all'articolo 181. A tal fine, la predetta verifica concerne la disponibilità

di tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte in ambito nazionale, purché vi si possa accedere a condizioni ragionevoli.

2. I rifiuti da avviare allo smaltimento finale devono essere il più possibile ridotti sia in massa che in volume, potenziando la prevenzione e le attività di riutilizzo, di riciclaggio e di recupero.

3. Lo smaltimento dei rifiuti è attuato con il ricorso ad una rete integrata ed adeguata di impianti di smaltimento, attraverso le migliori tecniche disponibili e tenuto conto del rapporto tra i costi e i benefici complessivi, al fine di:

a) realizzare l'autosufficienza nello smaltimento dei rifiuti urbani non pericolosi in ambiti territoriali ottimali;

b) permettere lo smaltimento dei rifiuti in uno degli impianti appropriati più vicini ai luoghi di produzione o raccolta, al fine di ridurre i movimenti dei rifiuti stessi, tenendo conto del contesto geografico o della necessità di impianti specializzati per determinati tipi di rifiuti;

c) utilizzare i metodi e le tecnologie più idonei a garantire un alto grado di protezione dell'ambiente e della salute pubblica.

[...]

Il Dlgs 152/06 presenta ora due articoli importanti ai fini di un'articolazione precisa e dettagliata del discorso intorno alla produzione dei rifiuti, il 183 e il 184, che stilano un elenco preciso di **definizioni** e una **classificazione** in grado di determinare in maniera efficiente il tipo di rifiuto prodotto e che strade dunque quest'ultimo dovrà seguire per essere opportunamente trattato dal produttore/detentore.

L'**articolo 183 (definizioni)** determina dunque con chiarezza i diversi significati terminologici utilizzati in materia di rifiuti, rimandando ai codici degli allegati A e 1 riguardanti il CER (Catalogo Europeo Rifiuti):

1. Ai fini della parte quarta del presente decreto e fatte salve le ulteriori definizioni contenute nelle disposizioni speciali, si intende per:

a) rifiuto: qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie riportate nell'Allegato A alla parte quarta del presente decreto e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi;

b) produttore: la persona la cui attività ha prodotto rifiuti cioè il produttore inizia-

le e la persona che ha effettuato operazioni di pretrattamento, di miscuglio o altre operazioni che hanno mutato la natura o la composizione di detti rifiuti;

c) detentore: il produttore dei rifiuti o il soggetto che li detiene;

d) gestione: la raccolta, il trasporto, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti, compreso il controllo di queste operazioni, nonché il controllo delle discariche dopo la chiusura;

e) raccolta: l'operazione di prelievo, di cernita o di raggruppamento dei rifiuti per il loro trasporto;

f) raccolta differenziata: la raccolta idonea, secondo criteri di economicità, efficacia, trasparenza ed efficienza, a raggruppare i rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee, al momento della raccolta o, per la frazione organica umida, anche al momento del trattamento, nonché a raggruppare i rifiuti di imballaggio separatamente dagli altri rifiuti urbani, a condizione che tutti i rifiuti sopra indicati siano effettivamente destinati al recupero;

g) smaltimento: ogni operazione finalizzata a sottrarre definitivamente una sostanza, un materiale o un oggetto dal circuito economico e/o di raccolta e, in particolare, le operazioni previste nell'Allegato B alla parte quarta del presente decreto;

h) recupero: le operazioni che utilizzano rifiuti per generare materie prime secondarie, combustibili o prodotti, attraverso trattamenti meccanici, termici, chimici o biologici, incluse la cernita o la selezione, e, in particolare, le operazioni previste nell'Allegato C alla parte quarta del presente decreto;

i) luogo di produzione dei rifiuti: uno o più edifici o stabilimenti o siti infrastrutturali collegati tra loro all'interno di un'area delimitata in cui si svolgono le attività di produzione dalle quali sono originati i rifiuti;

l) stoccaggio: le attività di smaltimento consistenti nelle operazioni di deposito preliminare di rifiuti di cui al punto D15 dell'Allegato B alla parte quarta del presente decreto, nonché le attività di recupero consistenti nelle operazioni di messa in riserva di materiali di cui al punto R13 dell'Allegato C alla medesima parte quarta;

[...]

n) sottoprodotto: i prodotti dell'attività dell'impresa che, pur non costituendo l'oggetto dell'attività principale, scaturiscono in via continuativa dal processo industriale dell'impresa stessa e sono destinati ad un ulteriore impiego o al consumo. Non sono soggetti alle disposizioni di cui alla parte quarta del presente decreto i sottoprodotti di cui l'impresa non si disfi, non sia obbligata a disfarsi e non abbia deciso di disfarsi ed in particolare i sottoprodotti impiegati direttamente dall'impresa che li produce o commercializzati a condizioni economicamente favorevoli per l'impresa stessa direttamente per il consumo o per l'impiego, senza la neces-

sità di operare trasformazioni preliminari in un successivo processo produttivo; a quest'ultimo fine, per trasformazione preliminare s'intende qualsiasi operazione che faccia perdere al sottoprodotto la sua identità, ossia le caratteristiche merceologiche di qualità e le proprietà che esso già possiede, e che si rende necessaria per il successivo impiego in un processo produttivo o per il consumo. L'utilizzazione del sottoprodotto deve essere certa e non eventuale. Rientrano altresì tra i sottoprodotti non soggetti alle disposizioni di cui alla parte quarta del presente decreto le ceneri di pirite, polveri di ossido di ferro, provenienti dal processo di arrostitimento del minerale noto come pirite o solfuro di ferro per la produzione di acido solforico e ossido di ferro, depositate presso stabilimenti di produzione dismessi, aree industriali e non, anche se sottoposte a procedimento di bonifica o di ripristino ambientale. Al fine di garantire un impiego certo del sottoprodotto, deve essere verificata la rispondenza agli standard merceologici, nonché alle norme tecniche, di sicurezza e di settore e deve essere attestata la destinazione del sottoprodotto ad effettivo utilizzo in base a tali standard e norme tramite una dichiarazione del produttore o detentore, controfirmata dal titolare dell'impianto dove avviene l'effettivo utilizzo. L'utilizzo del sottoprodotto non deve comportare per l'ambiente o la salute condizioni peggiorative rispetto a quelle delle normali attività produttive;

o) frazione umida: rifiuto organico putrescibile ad alto tenore di umidità, proveniente da raccolta differenziata o selezione o trattamento dei rifiuti urbani;

p) frazione secca: rifiuto a bassa putrescibilità e a basso tenore di umidità proveniente da raccolta differenziata o selezione o trattamento dei rifiuti urbani, avente un rilevante contenuto energetico;

q) materia prima secondaria: sostanza o materia avente le caratteristiche stabilite ai sensi dell'articolo 181;

[...]

u) materia prima secondaria per attività siderurgiche e metallurgiche la cui utilizzazione è certa e non eventuale:

1) rottami ferrosi e non ferrosi derivanti da operazioni di recupero completo e rispondenti a specifiche Ceca, Aisi, Caef, Uni, Euro o ad altre specifiche nazionali e internazionali, individuate entro centottanta giorni dall'entrata in vigore della parte quarta del presente decreto con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio di concerto con il Ministro delle attività produttive, non avente natura regolamentare;

2) i rottami o scarti di lavorazioni industriali o artigianali o provenienti da cicli produttivi o di consumo, esclusa la raccolta differenziata, che possiedono in origine le medesime caratteristiche riportate nelle specifiche di cui al numero 1). I fornitori e produttori di materia prima secondaria per attività siderurgiche appar-

tenenti a Paesi esteri presentano domanda di iscrizione all'Albo nazionale gestori ambientali, ai sensi dell'articolo 212, comma 12, entro sessanta giorni dalla data di entrata in vigore del decreto ministeriale di cui al numero 1);

[...]

z) emissioni: qualsiasi sostanza solida, liquida o gassosa introdotta nell'atmosfera che possa causare inquinamento atmosferico;

aa) scarichi idrici: qualsiasi immissione di acque reflue in acque superficiali, sul suolo, nel sottosuolo e in rete fognaria, indipendentemente dalla loro natura inquinante, anche sottoposte a preventivo trattamento di depurazione;

bb) inquinamento atmosferico: ogni modifica atmosferica dovuta all'introduzione nell'aria di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente;

cc) gestione integrata dei rifiuti: il complesso delle attività volte ad ottimizzare la gestione dei rifiuti, ivi compresa l'attività di spazzamento delle strade, come definita alla lettera d);

dd) spazzamento delle strade: modalità di raccolta dei rifiuti su strada.

Risulta necessario dunque presentare l'**Allegato A alla parte IV** del Dlgs 152/06, tramite il quale si può determinare la provenienza e l'origine del rifiuto per il quale verrà identificata successivamente la categoria relativa.

Allegato A, Dlgs. 152/06:

Q1 Residui di produzione o di consumo in appresso non specificati

Q2 Prodotti fuori norma

Q3 Prodotti scaduti

Q4 Sostanze accidentalmente riversate, perdute o aventi subito qualunque altro incidente, compresi tutti i materiali, le attrezzature, ecc. contaminati in seguito all'incidente in questione

Q5 Sostanze contaminate o insudiciate in seguito ad attività volontarie (ad esempio residui di operazioni di pulizia, materiali da imballaggio, contenitori, ecc.)

Q6 Elementi inutilizzabili (ad esempio batterie fuori uso, catalizzatori esausti, ecc.)

Q7 Sostanze divenute inadatte all'impiego (ad esempio acidi contaminati, solventi contaminati sali da rinverdimento esauriti, ecc.)

Q8 Residui di processi industriali (ad esempio scorie, residui di distillazione, ecc.)

Q9 Residui di procedimenti antinquinamento (ad esempio fanghi di lavaggio di gas, polveri di filtri dell'aria, filtri usati, ecc.)

Q10 Residui di lavorazione/sagomatura (ad esempio trucioli di tornitura o di fresatura, ecc.)

Q11 Residui provenienti dall'estrazione e dalla preparazione delle materie prime (ad esempio residui provenienti da attività minerarie o petrolifere, ecc.)

Q12 Sostanze contaminate (ad esempio olio contaminato da PCB, ecc.)

Q13 Qualunque materia, sostanza o prodotto la cui utilizzazione è giuridicamente vietata

Q14 Prodotti di cui il detentore non si serve più (ad esempio articoli messi fra gli scarti dell'agricoltura, dalle famiglie, dagli uffici, dai negozi, dalle officine, ecc.)

Q15 Materie, sostanze o prodotti contaminati provenienti da attività di riattamento di terreni

Q16 Qualunque sostanza, materia o prodotto che non rientri nelle categorie sopra elencate

I codici CER (in vigore dall'1 gennaio 2002), contenuti sempre negli Allegati alla parte IV (Allegato 1) del Dlgs 152/06, servono per poter *identificare correttamente la tipologia di rifiuto prodotta* e attribuirgli appunto un relativo codice. Vengono per praticità riportati solo i codici di riferimento delle **venti classi principali** relativi al settore produttivo di riferimento e quelli delle prime sottoclassi relative invece alle *lavorazioni* (non vengono dunque riportate le seconde sottoclassi inerenti ai singoli rifiuti elencati nello specifico).

Allegato 1, Dlgs. 152/06:

Catalogazione rifiuti con codice di riferimento principale CER

010000 RIFIUTI DERIVANTI DA PROSPEZIONE, ESTRAZIONE DA MINIERA O CAVA, NONCHÉ DAL TRATTAMENTO FISICO O CHIMICO DI MINERALI

010100 rifiuti prodotti dall'estrazione di minerali

010300 rifiuti prodotti da trattamenti chimici e fisici di minerali metalliferi

010400 rifiuti prodotti da trattamenti chimici e fisici di minerali non metalliferi

010500 fanghi di perforazione ed altri rifiuti di perforazione

020000 RIFIUTI PRODOTTI DA AGRICOLTURA, ORTICOLTURA, ACQUACOLTURA, SELVICOLTURA, CACCIA E PESCA, TRATTAMENTO E PREPARAZIONE DI ALIMENTI

020100 rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca

020200 rifiuti della preparazione e del trattamento di carne, pesce ed altri alimenti di origine animale

020300 rifiuti della preparazione e del trattamento di frutta, verdura, cereali, oli

alimentari, cacao, caffè, tè e tabacco; della produzione di conserve alimentari; della produzione di lievito ed estratto di lievito; della preparazione e fermentazione di melassa

020400 rifiuti prodotti dalla raffinazione dello zucchero

020500 rifiuti dell'industria lattiero-casearia

020600 rifiuti dell'industria dolciaria e della panificazione

020700 rifiuti della produzione di bevande alcoliche ed analcoliche (tranne caffè, tè e cacao)

030000 RIFIUTI DELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO E DELLA PRODUZIONE DI PANNELLI, MOBILI, POLPA, CARTA E CARTONE

030100 rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli e mobili

030200 rifiuti dei trattamenti conservativi del legno

030300 rifiuti della produzione e della lavorazione di polpa, carta e cartone

040000 RIFIUTI DELLA LAVORAZIONE DI PELLI E PELLICCE, NONCHÉ DELL'INDUSTRIA TESSILE

040100 rifiuti della lavorazione di pelli e pellicce

040200 rifiuti dell'industria tessile

050000 RIFIUTI DELLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO, PURIFICAZIONE DEL GAS NATURALE E TRATTAMENTO PIROLITICO DEL CARBONE

050100 rifiuti della raffinazione del petrolio

050600 rifiuti prodotti dal trattamento pirolitico del carbone

050700 rifiuti prodotti dalla purificazione e dal trasporto di gas naturale

060000 RIFIUTI DEI PROCESSI CHIMICI INORGANICI

060100 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di acidi

060200 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di basi

060300 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di sali, loro soluzioni e ossidi metallici

060400 rifiuti contenenti metalli, diversi da quelli di cui alla voce 06 0300

060500 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti

060600 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti chimici contenenti zolfo, dei processi chimici dello zolfo e dei processi di desolfurazione

060700 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti alogeni e dei processi chimici degli alogeni

060800 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso del silicio e dei suoi derivati

060900 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti fosforosi e dei processi chimici del fosforo

061000 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti chimici contenenti azoto, dei processi chimici dell'azoto e della produzione di fertilizzanti

061100 rifiuti della produzione di pigmenti inorganici ed opacificanti

061300 rifiuti di processi chimici inorganici non specificati altrimenti

070000 RIFIUTI DEI PROCESSI CHIMICI ORGANICI

070100 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti chimici organici di base

070200 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso (PFFU) di plastiche, gomme sintetiche e fibre artificiali

070300 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di coloranti e pigmenti organici (tranne 061100)

070400 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti fitosanitari (tranne 020108 e 020109), agenti conservativi del legno (tranne 030200) ed altri biocidi organici

070500 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti farmaceutici

070600 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di grassi, lubrificanti, saponi, detergenti, disinfettanti e cosmetici

070700 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti della chimica fine e di prodotti chimici non specificati altrimenti

080000 RIFIUTI DELLA PRODUZIONE, FORMULAZIONE, FORNITURA ED USO DI RIVESTIMENTI (PITTURE, VERNICI E SMALTI VETRATI), ADESIVI, SIGILLANTI E INCHIOSTRI PER STAMPA

080100 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso e della rimozione di pitture e vernici

080200 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di altri rivestimenti (inclusi materiali ceramici)

080300 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di inchiostri per stampa

080400 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di adesivi e sigillanti (inclusi i prodotti impermeabilizzanti)

080500 rifiuti non specificati altrimenti alla voce 080000

090000 RIFIUTI DELL'INDUSTRIA FOTOGRAFICA

090100 rifiuti dell'industria fotografica

100000 RIFIUTI PRODOTTI DA PROCESSI TERMICI

100100 rifiuti prodotti da centrali termiche ed altri impianti termici (tranne 190000)

100200 rifiuti dell'industria del ferro e dell'acciaio

100300 rifiuti della metallurgia termica dell'alluminio

100400 rifiuti della metallurgia termica del piombo

100500 rifiuti della metallurgia termica dello zinco

100600 rifiuti della metallurgia termica del rame

100700 rifiuti della metallurgia termica di argento, oro e platino

100800 rifiuti della metallurgia termica di altri minerali non ferrosi

100900 rifiuti della fusione di materiali ferrosi

101000 rifiuti della fusione di materiali non ferrosi

101100 rifiuti della fabbricazione del vetro e di prodotti di vetro

101200 rifiuti della fabbricazione di prodotti di ceramica, mattoni, mattonelle e materiali da costruzione

101300 rifiuti della fabbricazione di cemento, calce e gesso e manufatti di tali materiali

101400 rifiuti prodotti dai forni crematori

110000 RIFIUTI PRODOTTI DAL TRATTAMENTO CHIMICO SUPERFICIALE E DAL RIVESTIMENTO DI METALLI ED ALTRI MATERIALI; IDROMETALLURGIA NON FERROSA

110100 rifiuti prodotti dal trattamento e ricopertura di metalli (ad esempio, processi galvanici, zincatura, decapaggio, pulitura elettrolitica, fosfatazione, sgrassaggio con alcali, anodizzazione)

110200 rifiuti prodotti dalla lavorazione idrometallurgica di metalli non ferrosi

110300 rifiuti solidi e fanghi prodotti da processi di rinvenimento

110500 rifiuti prodotti da processi di galvanizzazione a caldo

120000 RIFIUTI PRODOTTI DALLA LAVORAZIONE E DAL TRATTAMENTO FISICO E MECCANICO SUPERFICIALE DI METALLI E PLASTICA

120100 rifiuti prodotti dalla lavorazione e dal trattamento fisico e meccanico superficiale di metalli e plastiche

120300 rifiuti prodotti da processi di sgrassatura ad acqua e vapore (tranne 110000)

130000 OLI ESAURITI E RESIDUI DI COMBUSTIBILI LIQUIDI (tranne oli commestibili ed oli di cui ai capitoli 050000, 120000 e 190000)

130100 scarti di oli per circuiti idraulici

130200 scarti di olio motore, olio per ingranaggi e oli lubrificanti

130300 oli isolanti e termoconduttori di scarto

130400 oli di sentina

130500 prodotti di separazione olio/acqua

130700 rifiuti di carburanti liquidi

130800 rifiuti di oli non specificati altrimenti

140000 SOLVENTI ORGANICI, REFRIGERANTI E PROPELLENTI DI SCARTO (tranne 070000)

e 080000)

140600 solventi organici, refrigeranti e propellenti di schiuma/aerosol di scarto

150000 RIFIUTI DI IMBALLAGGIO, ASSORBENTI, STRACCI, MATERIALI FILTRANTI E INDUMENTI PROTETTIVI (NON SPECIFICATI ALTRIMENTI)

150100 imballaggi (compresi i rifiuti urbani di imballaggio oggetto di raccolta differenziata)

150200 assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi

160000 RIFIUTI NON SPECIFICATI ALTRIMENTI NELL'ELENCO

160100 veicoli fuori uso appartenenti a diversi modi di trasporto (comprese le macchine mobili non stradali) e rifiuti prodotti dallo smantellamento di veicoli fuori uso e dalla manutenzione di veicoli (tranne 130000, 140000, 160600 e 160800)

160200 scarti provenienti da apparecchiature elettriche ed elettroniche

160300 prodotti fuori specifica e prodotti inutilizzati

160400 esplosivi di scarto

160500 gas in contenitori a pressione e prodotti chimici di scarto

160600 batterie ed accumulatori

160700 rifiuti della pulizia di serbatoi per trasporto e stoccaggio e di fusti (tranne 050000 e 130000)

160800 catalizzatori esauriti

160900 sostanze ossidanti

161000 rifiuti liquidi acquosi destinati ad essere trattati fuori sito

161100 scarti di rivestimenti e materiali refrattari

170000 RIFIUTI DELLE OPERAZIONI DI COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE (COMPRESO IL TERRENO PROVENIENTE DA SITI CONTAMINATI)

170100 cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche 170200 legno, vetro e plastica

170300 miscele bituminose, catrame di carbone e prodotti contenenti catrame
170400 metalli (incluse le loro leghe)
170500 terra (compreso il terreno proveniente da siti contaminati), rocce e fanghi di dragaggio
170600 materiali isolanti e materiali da costruzione contenenti amianto
170800 materiali da costruzione a base di gesso
170900 altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione

180000 RIFIUTI PRODOTTI DAL SETTORE SANITARIO E VETERINARIO O DA ATTIVITÀ DI RICERCA COLLEGATE (tranne i rifiuti di cucina e di ristorazione non direttamente provenienti da trattamento terapeutico)

180100 rifiuti dei reparti di maternità e rifiuti legati a diagnosi, trattamento e prevenzione delle malattie negli esseri umani

180200 rifiuti legati alle attività di ricerca e diagnosi, trattamento e prevenzione delle malattie negli animali

190000 RIFIUTI PRODOTTI DA IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI, IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE FUORI SITO, NONCHÉ DALLA POTABILIZZAZIONE DELL'ACQUA E DALLA SUA PREPARAZIONE PER USO INDUSTRIALE

190100 rifiuti da incenerimento o pirolisi di rifiuti

190200 rifiuti prodotti da specifici trattamenti chimico-fisici di rifiuti industriali (comprese decromatazione, decianizzazione, neutralizzazione)

190300 rifiuti stabilizzati/solidificati

190400 rifiuti vetrificati e rifiuti di vetrificazione

190500 rifiuti prodotti dal trattamento aerobico di rifiuti solidi

190600 rifiuti prodotti dal trattamento anaerobico dei rifiuti

190700 percolato di discarica

190800 rifiuti prodotti dagli impianti per il trattamento delle acque reflue, non specificati altrimenti
190900 rifiuti prodotti dalla potabilizzazione dell'acqua o dalla sua preparazione per uso industriale

191000 rifiuti prodotti da operazioni di frantumazione di rifiuti contenenti metallo

191100 rifiuti prodotti dalla rigenerazione dell'olio

191200 rifiuti prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti (ad esempio selezione, triturazione, compattazione, riduzione in pellet) non specificati altrimenti

191300 rifiuti prodotti dalle operazioni di bonifica di terreni e risanamento delle acque di falda

200000 RIFIUTI URBANI (RIFIUTI DOMESTICI E ASSIMILABILI PRODOTTI DA

ATTIVITÀ COMMERCIALI E INDUSTRIALI NONCHÉ DALLE ISTITUZIONI) INCLUSI I RIFIUTI DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

200100 frazioni oggetto di raccolta differenziata (tranne 150100)

200200 rifiuti prodotti da giardini e parchi (inclusi i rifiuti provenienti da cimiteri)

200300 altri rifiuti urbani

È stata stabilita inoltre una metodologia per la **corretta assegnazione** del codice CER a un determinato rifiuto:

Ai fini della corretta attribuzione del codice (codice finale del rifiuto= sei cifre), seguire i seguenti criteri:

1. Identificare la fonte che genera il rifiuto consultando i titoli dei capitoli da 01 a 12 o da 17 a 20 per risalire al codice a sei cifre riferito al rifiuto in questione, ad eccezione dei codici dei suddetti capitoli che terminano con le cifre 99.

È possibile che un determinato impianto o stabilimento debba classificare le proprie attività riferendosi a capitoli diversi.

2. Se nessuno dei codici dei capitoli da 01 a 12 o da 17 a 20 si presta per la classificazione di un determinato rifiuto, occorre esaminare i capitoli 13, 14 e 15 per identificare il codice corretto.

3. Se nessuno di questi codici risulta adeguato, occorre definire il rifiuto utilizzando i codici di cui al capitolo 16.

4. Se un determinato rifiuto non è classificabile neppure mediante i codici del capitolo 16, occorre utilizzare il codice 99 (rifiuti non altrimenti specificati) preceduto dalle cifre del capitolo che corrisponde all'attività identificata al precedente punto 1.

È necessario inoltre presentare gli **Allegati B** (art. 183, comma 1, lettera g) e **C** (art. 183, comma 1, lettera l), che identificano le *condotte principali* in termini di operazioni di smaltimento e di recupero dei rifiuti.

Allegato B, Dlgs. 152/06: Operazioni di smaltimento

D1: Deposito sul o nel suolo (a esempio discarica)

D2: Trattamento in ambiente terrestre (a esempio biodegradazione di rifiuti liquidi o fanghi nei suoli)

D3: Iniezioni in profondità (a esempio iniezioni dei rifiuti pompabili in pozzi. In cupole saline o faglie geologiche naturali)

D4: Lagunaggio (a esempio scarico di rifiuti liquidi o di fanghi in pozzi, stagni o

lagune, ecc.)

D5: Messa in discarica specialmente allestita (a esempio sistemizzazione in alveoli stagni separati, ricoperti o isolati gli uni dagli altri e dall'ambiente)

D6: Scarico dei rifiuti solidi nell'ambiente idrico eccetto l'immersione

D7: Immersione, compreso il seppellimento nel sottosuolo marino

D8: Trattamento biologico non specificato altrove nel presente allegato, che dia origine a composti o a miscugli che vengono eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12

D9: Trattamento fisico-chimico non specificato altrove nel presente allegato che dia origine a composti o a miscugli eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12 (a esempio evaporazione, essiccazione, calcinazione, ecc.)

D10: Incenerimento a terra

D11: Incenerimento in mare

D12: Deposito permanente (a esempio sistemazione di contenitori in una miniera, ecc.)

D13: Raggruppamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D12

D14: Ricondizionamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D13

D15: Deposito preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D14 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti)

Allegato C, Dlgs. 152/06:

Operazioni di recupero

R1: utilizzazione principale come combustibile o altro mezzo per produrre energia

R2: rigenerazione/recupero di solventi

R3: riciclo/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche)

R4: riciclo/recupero dei metalli o dei composti metallici

R5: riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche

R6: rigenerazione degli acidi o delle basi

R7: recupero dei prodotti che servono a captare gli inquinanti

R8: recupero dei prodotti provenienti dai catalizzatori

R9: rigenerazione o altri reimpieghi degli oli

R10: spandimento sul suolo a beneficio dell'agricoltura

R11: utilizzazione di rifiuti ottenuti da una delle operazioni indicate da R1 a R10

R12: scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate da R1 a R11

R13: messa in riserva di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti)

R14: deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti i rifiuti qualora non vengano rispettate le condizioni stabilite dalla normativa vigente

Dopo aver stilato una precisa lista di definizioni terminologiche, il Dlgs 152/06 presenta ora una **classificazione** della tipologia di rifiuti, in modo da poter delineare con esattezza le modalità di trattamento del materiale, a quali disposizioni risponde e verso quale tipologia di impianti debba essere indirizzato. I rifiuti vengono suddivisi in *urbani/speciali* e in *pericolosi/non pericolosi*, come riporta l'**art. 184 (classificazione)**:

1. Ai fini dell'attuazione della parte quarta del presente decreto i rifiuti sono classificati, secondo l'origine, in rifiuti urbani e rifiuti speciali e, secondo le caratteristiche di pericolosità, in rifiuti pericolosi e rifiuti non pericolosi.

2. Sono rifiuti urbani:

a) i rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;

b) i rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi adibiti ad usi diversi da quelli di cui alla lettera a), assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità, ai sensi dell'articolo 198, comma 2, lettera g);

c) i rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade;

d) i rifiuti di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade ed aree pubbliche o sulle strade ed aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua;

e) i rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali;

f) i rifiuti provenienti da esumazioni ed estumulazioni, nonché gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale diversi da quelli di cui alle lettere b), c) ed e).

3. Sono rifiuti speciali:

a) i rifiuti da attività agricole e agro-industriali;

b) i rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti pericolosi che derivano dalle attività di scavo, fermo restando quanto disposto dall'articolo 186;

c) i rifiuti da lavorazioni industriali, fatto salvo quanto previsto dall'articolo 185,

- comma 1, lettera i);
- d) i rifiuti da lavorazioni artigianali;
- e) i rifiuti da attività commerciali;
- f) i rifiuti da attività di servizio;
- g) i rifiuti derivanti dalla attività di recupero e smaltimento di rifiuti, i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque e dalla depurazione delle acque reflue e da abbattimento di fumi;
- h) i rifiuti derivanti da attività sanitarie;
- i) i macchinari e le apparecchiature deteriorati ed obsoleti;
- l) i veicoli a motore, rimorchi e simili fuori uso e loro parti;
- m) il combustibile derivato da rifiuti;
- n) i rifiuti derivati dalle attività di selezione meccanica dei rifiuti solidi urbani.

Da un punto di vista relativo al design possono essere considerate rilevanti entrambe le classificazioni (rifiuti urbani e rifiuti speciali), in quanto i primi sono il risultato dell'utilizzo di un prodotto, mentre i secondi sono le conseguenze delle lavorazioni di tipo industriale o artigianale, strettamente legate alla fase di progettazione iniziale interna alle aziende, in cui il designer è coinvolto direttamente.

Viene ora presentato nel Dlgs 152/06 un articolo importante, riguardante i rifiuti ottenuti dalle lavorazioni di scavo di terre e rocce. Sebbene esuli parzialmente da un contesto inerente al design, è molto importante accennarne la trattazione legislativa in quanto questo settore da solo produce ogni anno circa la metà di tutti i rifiuti speciali a livello nazionale, coinvolgendo un grande numero di attività e ingenti volumi/masse di materiale. Riportando l'**art. 186 (terre e rocce da scavo)**:

1. Le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ed i residui della lavorazione della pietra destinate all'effettivo utilizzo per reinterri, riempimenti, rilevati e macinati non costituiscono rifiuti e sono, perciò, esclusi dall'ambito di applicazione della parte quarta del presente decreto solo nel caso in cui, anche quando contaminati, durante il ciclo produttivo, da sostanze inquinanti derivanti dalle attività di escavazione, perforazione e costruzione siano utilizzati, senza trasformazioni preliminari, secondo le modalità previste nel progetto sottoposto a valutazione di impatto ambientale ovvero, qualora il progetto non sia sottoposto a valutazione di impatto ambientale, secondo le modalità previste nel progetto approvato dall'autorità amministrativa competente, ove ciò sia espressamente previsto, previo parere delle Agenzie regionali e delle province autonome per la protezione

dell'ambiente, sempreché la composizione media dell'intera massa non presenti una concentrazione di inquinanti superiore ai limiti massimi previsti dalle norme vigenti e dal decreto di cui al comma 3.

2. Ai fini del presente articolo, le opere il cui progetto e' sottoposto a valutazione di impatto ambientale costituiscono unico ciclo produttivo, anche qualora i materiali di cui al comma 1 siano destinati a differenti utilizzi, a condizione che tali utilizzi siano tutti progettualmente previsti.

[...]

5. Per i materiali di cui al comma 1 si intende per effettivo utilizzo per reinterri, riempimenti, rilevati e macinati anche la destinazione progettualmente prevista a differenti cicli di produzione industriale, nonché il riempimento delle cave coltivate, oppure la ricollocazione in altro sito, a qualsiasi titolo autorizzata dall'autorità amministrativa competente, qualora ciò sia espressamente previsto, previo, ove il relativo progetto non sia sottoposto a valutazione di impatto ambientale, parere delle Agenzie regionali e delle province autonome per la protezione dell'ambiente, a condizione che siano rispettati i limiti di cui al comma 3 e la ricollocazione sia effettuata secondo modalità progettuali di rimodellazione ambientale del territorio interessato.

[...]

8. Nel caso in cui non sia possibile l'immediato riutilizzo del materiale di scavo, dovrà anche essere indicato il sito di deposito del materiale, il quantitativo, la tipologia del materiale ed all'atto del riutilizzo la richiesta dovrà essere integrata con quanto previsto ai commi 6 e 7. Il riutilizzo dovrà avvenire entro sei mesi dall'avvenuto deposito, salvo proroga su istanza motivata dell'interessato.

[...]

10. Non sono in ogni caso assimilabili ai rifiuti urbani i rifiuti derivanti dalle lavorazioni di minerali e di materiali da cava.

Le due figure principali coinvolte nel processo di gestione dei rifiuti sono quelle che l'art. 183 definisce come produttore e detentore dei rifiuti. Gli obblighi di condotta a cui si devono attenere queste due figure sono delineate dall'**art. 188 (oneri dei produttori e dei detentori)**:

1. Gli oneri relativi alle attività di smaltimento sono a carico del detentore che consegna i rifiuti ad un raccoglitore autorizzato o ad un soggetto che effettua le operazioni di smaltimento, nonché dei precedenti detentori o del produttore dei rifiuti.

2. Il produttore o detentore dei rifiuti speciali assolve i propri obblighi con le seguenti priorità:

- a) autosmaltimento dei rifiuti;
- b) conferimento dei rifiuti a terzi autorizzati ai sensi delle disposizioni vigenti;
- c) conferimento dei rifiuti ai soggetti che gestiscono il servizio pubblico di raccolta dei rifiuti urbani, con i quali sia stata stipulata apposita convenzione;
- d) utilizzazione del trasporto ferroviario di rifiuti pericolosi per distanze superiori a trecentocinquanta chilometri e quantità eccedenti le venticinque tonnellate;
- e) esportazione dei rifiuti con le modalità previste dall'articolo 194.

[...]

Negli articoli successivi sono presentate alcune disposizioni per gestire adeguatamente il *flusso* di rifiuti, introducendo un discorso importante relativo alla loro tracciabilità.

Il *Catasto dei rifiuti* ad esempio, disciplinato dall'art. 189, è una soluzione che si propone di offrire un **quadro conoscitivo** completo e costantemente aggiornato delle attività di *pianificazione e gestione* dei rifiuti, ottenuto grazie all'obbligo di presentare annualmente *report* sulle quantità di rifiuti urbani e speciali raccolti e i dati relativi alla raccolta differenziata suddivisi per materiali.

Per poter meglio controllare e gestire le varie fasi di trattamento e gestione dei rifiuti (e dunque la loro tracciabilità) è stato disposto un modello, chiamato **formulario di identificazione**, come è riportato dall'**art. 193 (trasporto dei rifiuti)**:

1. Durante il trasporto effettuato da enti o imprese i rifiuti sono accompagnati da un formulario di identificazione dal quale devono risultare almeno i seguenti dati:

- a) nome ed indirizzo del produttore e del detentore;
- b) origine, tipologia e quantità del rifiuto;
- c) impianto di destinazione;
- d) data e percorso dell'istradamento;
- e) nome ed indirizzo del destinatario.

[...]

Nell'ultimo articolo presentato relativo al Dlgs. 152/06 vengono emanate alcune disposizioni volte a incentivare e promuovere la *raccolta differenziata*, prospettando il raggiungimento di determinati obiettivi in un arco temporale di alcuni anni. Come si può leggere dall'**art. 205 (misure per incrementare la raccolta differenziata)**:

1. In ogni ambito territoriale ottimale deve essere assicurata una raccolta differenziata dei rifiuti urbani pari alle seguenti percentuali minime di rifiuti prodotti:

- a) almeno il trentacinque per cento entro il 31 dicembre 2006;
- b) almeno il quarantacinque per cento entro il 31 dicembre 2008;
- c) almeno il sessantacinque per cento entro il 31 dicembre 2012.

[...]

Sono stati presentati solo alcuni degli articoli del Dlgs. 152/06, in grado però di evidenziare come le disposizioni in materia di produzione e gestione dei rifiuti speciali sono state e siano tuttora in continua *evoluzione* per poter garantire un corretto approccio progettuale, produttivo e gestionale in termini di sostenibilità ambientale e di tutela della salute umana.

3.1.3 Direttiva europea 2008/98/CE

Il 22/11/2008 viene pubblicata nella *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea* n. L312 la **direttiva 2008/98/CE**⁴, documento stilato dal Parlamento europeo e dal Consiglio, riguardante procedure e disposizioni innovative in ambito di gestione e trattamento dei rifiuti. Di fatto sancisce, come definito dall'articolo 41, l'abrogazione della Direttiva 2006/12/CE (sempre riguardante la gestione dei rifiuti) a partire dal 12 dicembre 2010, data di inizio della sua effettiva attuazione da parte dei 27 Stati dell'Unione Europea.

La direttiva parte con una serie di considerazioni introduttive che fungono da premessa agli articoli successivi. Ne vengono qui selezionate e riportate solo alcune di interesse ai fini della progettazione e come dimostrazione della rotta che l'Unione Europea vuole far perseguire nei prossimi anni a livello produttivo e sociale agli Stati membri:

(1) La direttiva 2006/12/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 aprile 2006, relativa ai rifiuti, stabilisce il quadro normativo per il trattamento dei rifiuti nella Comunità. La direttiva definisce alcuni concetti basilari, come le nozioni di rifiuto, recupero e smaltimento, e stabilisce gli obblighi essenziali per la gestione dei rifiuti, in particolare un obbligo di autorizzazione e di registrazione per un ente o un'impresa che effettua le operazioni di gestione dei rifiuti e un obbligo per gli Stati membri di elaborare piani per la gestione dei rifiuti. Stabilisce inoltre principi

4 Fonte: www.eur-lex.europa.eu (ultima conn. al sito: 18-11-2012)

fondamentali come l'obbligo di trattare i rifiuti in modo da evitare impatti negativi sull'ambiente e sulla salute umana, un incentivo ad applicare la gerarchia dei rifiuti e, secondo il principio "chi inquina paga", il requisito che i costi dello smaltimento dei rifiuti siano sostenuti dal detentore dei rifiuti, dai detentori precedenti o dai produttori del prodotto causa dei rifiuti.

(3) Nella comunicazione del 27 maggio 2003 intitolata "Verso una strategia tematica di prevenzione e riciclo dei rifiuti" la Commissione sottolineava la necessità di riesaminare le definizioni esistenti di "recupero" e "smaltimento", di introdurre una definizione di "riciclaggio" di applicazione generale e di avviare un dibattito sulla definizione di "rifiuto".

(6) L'obiettivo principale di qualsiasi politica in materia di rifiuti dovrebbe essere di ridurre al minimo le conseguenze negative della produzione e della gestione dei rifiuti per la salute umana e l'ambiente. La politica in materia di rifiuti dovrebbe altresì puntare a ridurre l'uso di risorse e promuovere l'applicazione pratica della gerarchia dei rifiuti.

(7) Nella risoluzione del 24 febbraio 1997 sulla strategia comunitaria per la gestione dei rifiuti, il Consiglio ha confermato che la priorità principale della gestione dei rifiuti dovrebbe essere la prevenzione e che il riutilizzo e il riciclaggio di materiali dovrebbero preferirsi alla valorizzazione energetica dei rifiuti, nella misura in cui essi rappresentano le alternative migliori dal punto di vista ecologico.

(18) Dovrebbero essere introdotte nella presente direttiva le definizioni di "prevenzione", "riutilizzo", "preparazione per il riutilizzo", "trattamento" e "riciclaggio" per precisare la portata di questi concetti.

(26) Il principio "chi inquina paga" è un principio guida a livello europeo e internazionale. Il produttore di rifiuti e il detentore di rifiuti dovrebbero gestire gli stessi in modo da garantire un livello elevato di protezione dell'ambiente e della salute umana.

(27) L'introduzione della responsabilità estesa del produttore nella presente direttiva è uno dei mezzi per sostenere una progettazione e una produzione dei beni che prendano pienamente in considerazione e facilitino l'utilizzo efficiente delle risorse durante l'intero ciclo di vita, comprendendone la riparazione, il riutilizzo, lo smontaggio e il riciclaggio senza compromettere la libera circolazione delle merci nel mercato interno.

(28) La presente direttiva dovrebbe aiutare l'Unione europea ad avvicinarsi a una "società del riciclaggio", cercando di evitare la produzione di rifiuti e di utilizzare i rifiuti come risorse. In particolare, il Sesto programma comunitario di azione in materia di ambiente sollecita misure volte a garantire la separazione alla fonte, la raccolta e il riciclaggio dei flussi di rifiuti prioritari. In linea con tale obiettivo e quale mezzo per agevolarne o migliorarne il potenziale di recupero, i rifiuti dovrebbero essere raccolti separatamente nella misura in cui ciò sia praticabile da un punto di vista tecnico, ambientale ed economico, prima di essere sottoposti a operazioni di recupero che diano il miglior risultato ambientale complessivo. Gli Stati membri dovrebbero incoraggiare la separazione dei composti pericolosi dai flussi di rifiuti se necessario per conseguire una gestione compatibile con l'ambiente.

(29) Gli Stati membri dovrebbero sostenere l'uso di materiali riciclati (come la carta riciclata) in linea con la gerarchia dei rifiuti e con l'obiettivo di realizzare una società del riciclaggio e non dovrebbero promuovere, laddove possibile, lo smaltimento in discarica o l'incenerimento di detti materiali riciclati.

(32) Al fine di consentire alla Comunità nel suo complesso di diventare autosufficiente nello smaltimento dei rifiuti e nel recupero dei rifiuti urbani non differenziati provenienti dalla raccolta domestica, nonché di consentire agli Stati membri di convergere individualmente verso tale obiettivo, è necessario prevedere una rete di cooperazione tra impianti di smaltimento e impianti per il recupero dei rifiuti urbani non differenziati provenienti dalla raccolta domestica, che tenga conto del contesto geografico e della necessità di disporre di impianti specializzati per alcuni tipi di rifiuti.

Inizia ora la presentazione degli articoli veri e propri disposti dal Parlamento e dal Consiglio Europei. Riportando l'**art. 1 (oggetto e ambito di applicazione)**:

La presente direttiva stabilisce misure volte a proteggere l'ambiente e la salute umana prevenendo o riducendo gli impatti negativi della produzione e della gestione dei rifiuti, riducendo gli impatti complessivi dell'uso delle risorse e migliorandone l'efficacia.

Nell'**art. 3 (definizioni)** viene invece stilato un ampio elenco di definizioni che introducono alcuni dei concetti innovativi della direttiva, quali ad esempio le azioni di prevenzione, di trattamento e di preparazione per il riutilizzo dei rifiuti:

[...]

12) "prevenzione" misure, prese prima che una sostanza, un materiale o un prodotto sia diventato un rifiuto, che riducono:

- a) la quantità dei rifiuti, anche attraverso il riutilizzo dei prodotti o l'estensione del loro ciclo di vita;
- b) gli impatti negativi dei rifiuti prodotti sull'ambiente e la salute umana;
- c) il contenuto di sostanze pericolose in materiali e prodotti;

13) "riutilizzo" qualsiasi operazione attraverso la quale prodotti o componenti che non sono rifiuti sono reimpiegati per la stessa finalità per la quale erano stati concepiti;

14) "trattamento" operazioni di recupero o smaltimento, inclusa la preparazione prima del recupero o dello smaltimento;

15) "recupero" qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile sostituendo altri materiali che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione o di prepararli ad assolvere tale funzione, all'interno dell'impianto o nell'economia in generale. L'allegato II riporta un elenco non esaustivo di operazioni di recupero;

16) "preparazione per il riutilizzo" le operazioni di controllo, pulizia e riparazione attraverso cui prodotti o componenti di prodotti diventati rifiuti sono preparati in modo da poter essere reimpiegati senza altro pretrattamento;

17) "riciclaggio" qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i materiali di rifiuto sono ritrattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini. Include il ritrattamento di materiale organico ma non il recupero di energia né il ritrattamento per ottenere materiali da utilizzare quali combustibili o in operazioni di riempimento;

[...]

L'articolo successivo introduce un concetto importante e innovativo relativo alla gestione dei rifiuti, stabilendo un **ordine gerarchico** di azioni da compiere volte alla protezione e alla tutela dell'ambiente e della salute umana. È sicuramente un approccio metodologico di grande valore ideologico, in quanto delinea con chiarezza le priorità da seguire in termini di gestione dei rifiuti, di assoluta importanza anche per un designer nel momento in cui si confronta con la pro-

gettazione di un artefatto, in quanto presuppone accorgimenti progettuali che rendano questa gerarchia agilmente applicabile. Come dispone l'**art. 4 (gerarchia dei rifiuti)**:

1. La seguente gerarchia dei rifiuti si applica quale ordine di priorità della normativa e della politica in materia di prevenzione e gestione dei rifiuti:

- a) prevenzione;
- b) preparazione per il riutilizzo;
- c) riciclaggio;
- d) recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia;
- e) smaltimento.

2. Nell'applicare la gerarchia dei rifiuti di cui al paragrafo 1, gli Stati membri adottano misure volte a incoraggiare le opzioni che danno il miglior risultato ambientale complessivo. [...]

Gli articoli 5 e 6 definiscono in maniera esaustiva le modalità attraverso le quali si può catalogare un prodotto o un materiale di rifiuto come sottoprodotto, o più in generale come un rifiuto può non essere più considerato tale.

Riportando l'**art. 5 (sottoprodotti)**:

1. Una sostanza od oggetto derivante da un processo di produzione il cui scopo primario non è la produzione di tale articolo può non essere considerato rifiuto ai sensi dell'articolo 3, punto 1, bensì sottoprodotto soltanto se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- a) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà ulteriormente utilizzata/o;
- b) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzata/o direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;
- c) la sostanza o l'oggetto è prodotta/o come parte integrante di un processo di produzione;
- d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

[...]

L'**art. 6 (cessazione della qualifica di rifiuto)** determina dunque le modalità in cui rifiuti specifici possono perdere la loro accezione in relazione a operazioni di

recupero e riciclaggio:

1. Taluni rifiuti specifici cessano di essere tali ai sensi dell'articolo 3, punto 1, quando siano sottoposti a un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio, e soddisfino criteri specifici da elaborare conformemente alle seguenti condizioni:

- a) la sostanza o l'oggetto è comunemente utilizzata/o per scopi specifici;*
- b) esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto;*
- c) la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;*
- d) l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.*

I criteri includono, se necessario, valori limite per le sostanze inquinanti e tengono conto di tutti i possibili effetti negativi sull'ambiente della sostanza o dell'oggetto.

Modalità di rafforzamento delle politiche di gestione dei rifiuti volte alla tutela dell'ambiente sono espresse nell'**art. 8 (Responsabilità estesa del prodotto)**. Viene, tra i vari punti, presentata l'interessante disposizione che incentiva la progettazione, produzione e commercializzazione di prodotti che prevedano usi molteplici, allungandone così il ciclo di vita evitandone e prorogandone la dismissione:

1. Per rafforzare il riutilizzo, la prevenzione, il riciclaggio e l'altro recupero dei rifiuti, gli Stati membri possono adottare misure legislative o non legislative volte ad assicurare che qualsiasi persona fisica o giuridica che professionalmente sviluppi, fabbrichi, trasformi, tratti, venda o importi prodotti (produttore del prodotto) sia soggetto ad una responsabilità estesa del produttore.

2. Gli Stati membri possono adottare misure appropriate per incoraggiare una progettazione dei prodotti volta a ridurre i loro impatti ambientali e la produzione di rifiuti durante la produzione e il successivo utilizzo dei prodotti e ad assicurare che il recupero e lo smaltimento dei prodotti che sono diventati rifiuti avvengano in conformità degli articoli 4 e 13.

Tali misure possono incoraggiare, tra l'altro, lo sviluppo, la produzione e la commercializzazione di prodotti adatti all'uso multiplo, tecnicamente durevoli e che, dopo essere diventati rifiuti, sono adatti a un recupero adeguato e sicuro e a uno smaltimento compatibile con l'ambiente.

[...]

Gli articoli da 9 a 12 approfondiscono nel dettaglio le strategie da seguire presentate nei paragrafi da 12 a 17 dell'articolo 3:

Art. 9 (prevenzione dei rifiuti):

Previa consultazione dei soggetti interessati, la Commissione presenta al Parlamento europeo e al Consiglio le seguenti relazioni corredate, se del caso, di proposte concernenti le misure necessarie a sostegno delle attività di prevenzione e dell'attuazione dei programmi di prevenzione dei rifiuti di cui all'articolo 29 comprendenti:

- a) entro la fine del 2011, una relazione intermedia sull'evoluzione della produzione dei rifiuti e l'ambito di applicazione della prevenzione dei rifiuti, che comprende la definizione di una politica di progettazione ecologica dei prodotti che riduca al contempo la produzione di rifiuti e la presenza di sostanze nocive in essi, favorendo tecnologie incentrate su prodotti sostenibili, riutilizzabili e riciclabili;*
- b) entro la fine del 2011, la formulazione di un piano d'azione per ulteriori misure di sostegno a livello europeo volte, in particolare, a modificare gli attuali modelli di consumo;*
- c) entro la fine del 2014 la definizione di obiettivi in materia di prevenzione dei rifiuti e di dissociazione per il 2020, basati sulle migliori prassi disponibili, incluso, se del caso, un riesame degli indicatori di cui all'articolo 29, paragrafo 4.*

Art. 10 (recupero):

- 1. Gli Stati membri adottano le misure necessarie per garantire che i rifiuti siano sottoposti a operazioni di recupero a norma degli articoli 4 e 13.*
- 2. Ove necessario per ottemperare al paragrafo 1 e per facilitare o migliorare il recupero, i rifiuti sono raccolti separatamente, laddove ciò sia realizzabile dal punto di vista tecnico, economico e ambientale, e non sono miscelati con altri rifiuti o altri materiali aventi proprietà diverse.*

Art. 11 (riutilizzo e riciclaggio):

1. Gli Stati membri adottano le misure necessarie per promuovere il riutilizzo dei prodotti e le misure di preparazione per le attività di riutilizzo, in particolare favorendo la costituzione e il sostegno di reti di riutilizzo e di riparazione, l'uso di strumenti economici, di criteri in materia di appalti, di obiettivi quantitativi o di altre misure.

Gli Stati membri adottano misure intese a promuovere il riciclaggio di alta qualità

e a tal fine istituiscono la raccolta differenziata dei rifiuti, ove essa sia fattibile sul piano tecnico, ambientale ed economico e al fine di soddisfare i necessari criteri qualitativi per i settori di riciclaggio pertinenti.

Fatto salvo l'articolo 10, paragrafo 2, entro il 2015 la raccolta differenziata sarà istituita almeno per i seguenti rifiuti: carta, metalli, plastica e vetro.

2. Al fine di rispettare gli obiettivi della presente direttiva e tendere verso una società europea del riciclaggio con un alto livello di efficienza delle risorse, gli Stati membri adottano le misure necessarie per conseguire i seguenti obiettivi:

a) entro il 2020, la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio di rifiuti quali, come minimo, carta, metalli, plastica e vetro provenienti dai nuclei domestici, e possibilmente di altra origine, nella misura in cui tali flussi di rifiuti sono simili a quelli domestici, sarà aumentata complessivamente almeno al 50 % in termini di peso;

b) entro il 2020 la preparazione per il riutilizzo, il riciclaggio e altri tipi di recupero di materiale, incluse operazioni di colmatazione che utilizzano i rifiuti in sostituzione di altri materiali, di rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi, escluso il materiale allo stato naturale definito alla voce 17 05 04 dell'elenco dei rifiuti, sarà aumentata almeno al 70 % in termini di peso.

[...]

Art. 12 (smaltimento):

Gli Stati membri provvedono affinché, quando non sia effettuato il recupero a norma dell'articolo 10, paragrafo 1, i rifiuti siano sottoposti a operazioni di smaltimento sicure che ottemperino alle disposizioni di cui all'articolo 13 in relazione alla protezione della salute umana e dell'ambiente.

L'art. 13 (protezione della salute umana e dell'ambiente) ribadisce di nuovo e in maniera chiara le finalità della direttiva e la filosofia concettuale di questa impostazione nella gestione dei rifiuti:

Gli Stati membri prendono le misure necessarie per garantire che la gestione dei rifiuti sia effettuata senza danneggiare la salute umana, senza recare pregiudizio all'ambiente e, in particolare:

- a) senza creare rischi per l'acqua, l'aria, il suolo, la flora o la fauna;
- b) senza causare inconvenienti da rumori od odori
- c) senza danneggiare il paesaggio o i siti di particolare interesse.

Gli articoli successivi della direttiva 2008/98/CE definiscono nel dettaglio le pro-

cedure burocratiche per una gestione dei rifiuti coerente con le linee guida espresse nei primi articoli. Si parla dunque di *Responsabilità della gestione dei rifiuti* (art. 15) da parte del produttore o detentore degli stessi e di *Principi di autosufficienza e prossimità* (art. 16) per i quali è incentivata l'installazione di impianti per il trattamento, il recupero e lo smaltimento in grado di rendere progressivamente autonomi i diversi Stati membri in queste attività.

Vengono disposte soluzioni al fine di ottenere il miglior monitoraggio possibile del flusso di materiali e prodotti attraverso il *Rilascio delle autorizzazioni* (art. 23) per il loro trattamento, l'istituzione di registri da parte degli Stati membri per il controllo delle figure coinvolte nel processo di gestione dei rifiuti (*Registrazione*, art. 26), *Piani di gestione dei rifiuti* (art. 28), attraverso il quale vengono disposte misure da seguire per ottenere dei miglioramenti nelle attività di preparazione per il riutilizzo, di riciclaggio, di recupero e di smaltimento, distribuendo omogeneamente gli impianti a livello geografico in ogni Stato, e *Programmi di prevenzione dei rifiuti* (art. 29), stabilendo indicatori qualitativi e quantitativi da raggiungere e traguardi e obiettivi con scadenze da riscontrare entro dicembre 2013 riguardo tale ambito. Viene incentivata inoltre una partecipazione collettiva e integrata da parte degli Stati membri (*Cooperazione*, art. 32) all'istituzione di piani e programmi per una corretta gestione dei rifiuti.

3.1.4 Decreto legislativo 205/2010

Il **Decreto legislativo 205 del 3 dicembre 2010**⁵, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 288, emana provvedimenti in materia di rifiuti modificando alcuni articoli del Dlgs 152/06, implementandoli sulla base di quanto previsto dalla Direttiva europea 2008/98/CE appena descritta, la quale *introduce significative novità volte a rafforzare i principi di precauzione e prevenzione nella gestione dei rifiuti, a massimizzare il riciclaggio/recupero e a garantire che tutte le operazioni di gestione, a partire dalla raccolta, avvengano nel rispetto di rigorosi standard ambientali. Inoltre, la direttiva invita gli Stati membri a garantire la completa tracciabilità dei rifiuti pericolosi, dalla loro origine alla destinazione finale, ribadendo la necessità di operare controlli su tutto il ciclo di gestione dei rifiuti e di monitorare il sistema attraverso la creazione di un efficace sistema di contabilità.*⁶

Il **Dlgs 205/10** dunque è stato emanato per far recepire queste disposizioni

5 www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/10205 (ultima conn. al sito: 19-11-2012)

6 Rosanna L., *La produzione e la gestione dei rifiuti speciali in Italia*, *Ecoscienza*, n.2 maggio 2012, *Rivista Arpa*

a livello di ordinamento nazionale italiano. Vengono qui riportate le modifiche che presentano un carattere di novità rispetto al Dlgs 152/06 e alla Direttiva europea 2008/98/CE.

L'art. 1 (modifiche all'art. 177 del Dlgs 152/06) introduce ad esempio la partecipazione attiva dell'**ISPRA** (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) alle attività di monitoraggio e gestione del flusso di rifiuti:

1. La parte quarta del presente decreto disciplina la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati, anche in attuazione delle direttive comunitarie, in particolare della direttiva 2008/98/CE, prevedendo misure volte a proteggere l'ambiente e la salute umana, prevenendo o riducendo gli impatti negativi della produzione e della gestione dei rifiuti, riducendo gli impatti complessivi dell'uso delle risorse e migliorandone l'efficacia.

2. La gestione dei rifiuti costituisce attività di pubblico interesse.

3. Sono fatte salve disposizioni specifiche, particolari o complementari, conformi ai principi di cui alla parte quarta del presente decreto adottate in attuazione di direttive comunitarie che disciplinano la gestione di determinate categorie di rifiuti.

4. I rifiuti sono gestiti senza pericolo per la salute dell'uomo e senza usare procedimenti o metodi che potrebbero recare pregiudizio all'ambiente e, in particolare:
a) senza determinare rischi per l'acqua, l'aria, il suolo, nonché per la fauna e la flora;
b) senza causare inconvenienti da rumori o odori;
c) senza danneggiare il paesaggio e i siti di particolare interesse, tutelati in base alla normativa vigente.

[...]

8. Ai fini dell'attuazione dei principi e degli obiettivi stabiliti dalle disposizioni di cui alla parte quarta del presente decreto, il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare può avvalersi del supporto tecnico dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA), senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica.

Parte dell'articolo 178 del Dlgs 152/06 (finalità) è stato dunque integrato nel precedente, andando dunque a delineare l'articolo 178 rivisitato nell'**art. 2 (modifiche all'art. 178 del Dlgs 152/06)**:

L'articolo 178 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e' sostituito dal seguente:

Articolo 178 (principi)

1. La gestione dei rifiuti e' effettuata conformemente ai principi di precauzione, di prevenzione, di sostenibilita', di proporzionalita', di responsabilizzazione e di cooperazione di tutti i soggetti coinvolti nella produzione, nella distribuzione, nell'utilizzo e nel consumo di beni da cui originano i rifiuti, nonche' del principio chi inquina paga. A tale fine la gestione dei rifiuti e' effettuata secondo criteri di efficacia, efficienza, economicita', trasparenza, fattibilita' tecnica ed economica, nonche' nel rispetto delle norme vigenti in materia di partecipazione e di accesso alle informazioni ambientali.

Viene poi applicata la disposizione basata sull'articolo 4 della direttiva 2008/98/CE in materia di **gerarchie procedurali** nella gestione dei rifiuti, avviando inoltre un'impostazione pratica attiva nel favorire politiche di recupero e riutilizzo di prodotti e materiali di rifiuto. Come dispone l'**art. 4 (modifiche all'art. 179 del Dlgs 152/06)**:

1. L'articolo 179 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e' sostituito dal seguente:

Articolo 179 (Criteri di prioritá nella gestione dei rifiuti)

1. La gestione dei rifiuti avviene nel rispetto della seguente gerarchia:

- a) prevenzione;*
- b) preparazione per il riutilizzo;*
- c) riciclaggio;*
- d) recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia;*
- e) smaltimento.*

2. La gerarchia stabilisce, in generale, un ordine di prioritá di cio' che costituisce la migliore opzione ambientale. Nel rispetto della gerarchia di cui al comma 1, devono essere adottate le misure volte a incoraggiare le opzioni che garantiscono, nel rispetto degli articoli 177, commi 1 e 4, e 178, il miglior risultato complessivo, tenendo conto degli impatti sanitari, sociali ed economici, ivi compresa la fattibilita' tecnica e la praticabilita' economica.

[...]

5. Le pubbliche amministrazioni perseguono, nell'esercizio delle rispettive competenze, iniziative dirette a favorire il rispetto della gerarchia del trattamento dei

rifiuti di cui al comma 1 in particolare mediante:

- a) la promozione dello sviluppo di tecnologie pulite, che permettano un uso più razionale e un maggiore risparmio di risorse naturali;
- b) la promozione della messa a punto tecnica e dell'immissione sul mercato di prodotti concepiti in modo da non contribuire o da contribuire il meno possibile, per la loro fabbricazione, il loro uso o il loro smaltimento, ad incrementare la quantità o la nocività dei rifiuti e i rischi di inquinamento;
- c) la promozione dello sviluppo di tecniche appropriate per l'eliminazione di sostanze pericolose contenute nei rifiuti al fine di favorirne il recupero;
- d) la determinazione di condizioni di appalto che prevedano l'impiego dei materiali recuperati dai rifiuti e di sostanze e oggetti prodotti, anche solo in parte, con materiali recuperati dai rifiuti al fine di favorire il mercato dei materiali medesimi;
- e) l'impiego dei rifiuti per la produzione di combustibili e il successivo utilizzo e, più in generale, l'impiego dei rifiuti come altro mezzo per produrre energia.

6. Nel rispetto della gerarchia del trattamento dei rifiuti le misure dirette al recupero dei rifiuti mediante la preparazione per il riutilizzo, il riciclaggio o ogni altra operazione di recupero di materia sono adottate con priorità rispetto all'uso dei rifiuti come fonte di energia.

L'art. 5 (modifiche all'art. 180 del Dlgs 152/06) presenta disposizioni integrative in materia di prevenzione dei rifiuti, rimandando all'importante Allegato L, che entra nel dettaglio specifico delle procedure previste per l'ottenimento di risultati fissati entro date precise:

1. All'articolo 180 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, sono apportate le seguenti modifiche:

[...]

e) dopo il comma 1, sono aggiunti i seguenti commi:

1-bis. Il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare adotta entro il 12 dicembre 2013, a norma degli articoli 177, 178, 178-bis e 179, un programma nazionale di prevenzione dei rifiuti ed elabora indicazioni affinché tale programma sia integrato nei piani di gestione dei rifiuti di cui all'articolo 199. In caso di integrazione nel piano di gestione, sono chiaramente identificate le misure di prevenzione dei rifiuti.

1-ter. I programmi di cui al comma 1-bis fissano gli obiettivi di prevenzione. Il Ministero descrive le misure di prevenzione esistenti e valuta l'utilità degli esempi di misure di cui all'allegato L o di altre misure adeguate.

1-quater. Il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare individua gli appropriati specifici parametri qualitativi o quantitativi per le misure di prevenzione dei rifiuti, adottate per monitorare e valutare i progressi realizzati nell'attuazione delle misure di prevenzione e può stabilire specifici traguardi e indicatori qualitativi o quantitativi.

[...]

Allegato L

Esempi di misure di prevenzione dei rifiuti

Misure che possono incidere sulle condizioni generali relative alla produzione di rifiuti

1. Ricorso a misure di pianificazione o ad altri strumenti economici che promuovono l'uso efficiente delle risorse.
2. Promozione di attività di ricerca e sviluppo finalizzate a realizzare prodotti e tecnologie più puliti e capaci di generare meno rifiuti; diffusione e utilizzo dei risultati di tali attività.
3. Elaborazione di indicatori efficaci e significativi delle pressioni ambientali associate alla produzione di rifiuti volti a contribuire alla prevenzione della produzione di rifiuti a tutti i livelli, dalla comparazione di prodotti a livello comunitario attraverso interventi delle autorità locali fino a misure nazionali. Misure che possono incidere sulla fase di progettazione e produzione e di distribuzione
4. Promozione della progettazione ecologica (cioè l'integrazione sistematica degli aspetti ambientali nella progettazione del prodotto al fine di migliorarne le prestazioni ambientali nel corso dell'intero ciclo di vita).
5. Diffusione di informazioni sulle tecniche di prevenzione dei rifiuti al fine di agevolare l'applicazione delle migliori tecniche disponibili da parte dell'industria.
6. Organizzazione di attività di formazione delle autorità competenti per quanto riguarda l'integrazione delle prescrizioni in materia di prevenzione dei rifiuti nelle autorizzazioni rilasciate a norma della presente direttiva e della direttiva 96/61/CE.
7. Introduzione di misure per prevenire la produzione di rifiuti negli impianti non soggetti alla direttiva 96/61/CE. Tali misure potrebbero eventualmente comprendere valutazioni o piani di prevenzione dei rifiuti.
8. Campagne di sensibilizzazione o interventi per sostenere le imprese a livello finanziario, decisionale o in altro modo. Tali misure possono essere particolarmente efficaci se sono destinate specificamente (e adattate) alle piccole e medie

imprese e se operano attraverso reti di imprese già costituite.

9. Ricorso ad accordi volontari, a panel di consumatori e produttori o a negoziati settoriali per incoraggiare le imprese o i settori industriali interessati a predisporre i propri piani o obiettivi di prevenzione dei rifiuti o a modificare prodotti o imballaggi che generano troppi rifiuti.

10. Promozione di sistemi di gestione ambientale affidabili, come l'EMAS e la norma ISO 14001. Misure che possono incidere sulla fase del consumo e dell'utilizzo

11. Ricorso a strumenti economici, ad esempio incentivi per l'acquisto di beni e servizi meno inquinanti o imposizione ai consumatori di un pagamento obbligatorio per un determinato articolo o elemento dell'imballaggio che altrimenti sarebbe fornito gratuitamente.

12. Campagne di sensibilizzazione e diffusione di informazioni destinate al pubblico in generale o a specifiche categorie di consumatori.

13. Promozione di marchi di qualità ecologica affidabili.

14. Accordi con l'industria, ricorrendo ad esempio a gruppi di studio sui prodotti come quelli costituiti nell'ambito delle politiche integrate di prodotto, o accordi con i rivenditori per garantire la disponibilità di informazioni sulla prevenzione dei rifiuti e di prodotti a minor impatto ambientale.

15. Nell'ambito degli appalti pubblici e privati, integrazione dei criteri ambientali e di prevenzione dei rifiuti nei bandi di gara e nei contratti, coerentemente con quanto indicato nel manuale sugli appalti pubblici ecocompatibili pubblicato dalla Commissione il 29 ottobre 2004.

16. Promozione del riutilizzo e/o della riparazione di determinati prodotti scartati, o loro componenti in particolare attraverso misure educative, economiche, logistiche o altro, ad esempio il sostegno o la creazione di centri e reti accreditati di riparazione/riutilizzo, specialmente in regioni densamente popolate.

L'art. 6 (riutilizzo di prodotti e preparazione per il riutilizzo di rifiuti) dispone iniziative e pratiche per ridurre i quantitativi di rifiuti da destinare a recupero di energia o smaltimento, come la strutturazione di veri e propri centri di riparazione o riutilizzo tra loro interconnessi:

1. Dopo l'articolo 180 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e' inserito il seguente:

Articolo 180-bis (Riutilizzo di prodotti e preparazione per il riutilizzo dei rifiuti)

1. Le pubbliche amministrazioni promuovono, nell'esercizio delle rispettive competenze, iniziative dirette a favorire il riutilizzo dei prodotti e la preparazione per il riutilizzo dei rifiuti. Tali iniziative possono consistere anche in:

a) uso di strumenti economici;

b) misure logistiche, come la costituzione ed il sostegno di centri e reti accreditati di riparazione/riutilizzo;

[...]

d) definizione di obiettivi quantitativi;

e) misure educative;

f) promozione di accordi di programma.

[...]

Viene presentato successivamente un esaustivo **elenco di definizioni** delle pratiche inerenti ai processi di trattamento dei rifiuti. Va notato come alla definizione stessa di rifiuto (comma 1, lettera a) è stato rimosso il rimando all'Allegato A alla parte quarta del Dlgs 152/06. La classificazione e le modalità per definire il rifiuto sono comunque sempre correlate al catalogo europeo dei rifiuti CER 2002, come illustrato dettagliatamente nell'allegato D. Come riporta l'**art.10 (modifiche all'art. 183 del Dlgs 152/06)**:

1. L'articolo 183 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e' sostituito dal seguente:

Articolo 183 (Definizioni)

1. Ai fini della parte quarta del presente decreto e fatte salve le ulteriori definizioni contenute nelle disposizioni speciali, si intende per:

a) "rifiuto": qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi;

b) "rifiuto pericoloso": rifiuto che presenta una o piu' caratteristiche di cui all'allegato I della parte quarta del presente decreto;

[...]

f) "produttore di rifiuti": il soggetto la cui attività produce rifiuti (produttore iniziale) o chiunque effettui operazioni di pretrattamento, di miscelazione o altre operazioni che hanno modificato la natura o la composizione di detti rifiuti;

g) "produttore del prodotto": qualsiasi persona fisica o giuridica che professionalmente sviluppi, fabbrichi, trasformi, tratti, venda o importi prodotti;

h) "detentore": il produttore dei rifiuti o la persona fisica o giuridica che ne e' in possesso;

i) "commerciante": qualsiasi impresa che agisce in qualità di committente, al fine di acquistare e successivamente vendere rifiuti, compresi i commercianti che non prendono materialmente possesso dei rifiuti;

l) "intermediario" qualsiasi impresa che dispone il recupero o lo smaltimento dei rifiuti per conto di terzi, compresi gli intermediari che non acquisiscono la materiale disponibilità dei rifiuti;

m) "prevenzione": misure adottate prima che una sostanza, un materiale o un prodotto diventi rifiuto che riducono:

1) la quantità dei rifiuti, anche attraverso il riutilizzo dei prodotti o l'estensione del loro ciclo di vita;

2) gli impatti negativi dei rifiuti prodotti sull'ambiente e la salute umana;

3) il contenuto di sostanze pericolose in materiali e prodotti;

n) "gestione": la raccolta, il trasporto, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti, compresi il controllo di tali operazioni e gli interventi successivi alla chiusura dei siti di smaltimento, nonché le operazioni effettuate in qualità di commerciante o intermediario;

o) "raccolta": il prelievo dei rifiuti, compresi la cernita preliminare e il deposito, ivi compresa la gestione dei centri di raccolta di cui alla lettera "mm", ai fini del loro trasporto in un impianto di trattamento;

p) "raccolta differenziata": la raccolta in cui un flusso di rifiuti è tenuto separato in base al tipo ed alla natura dei rifiuti al fine di facilitarne il trattamento specifico;

q) "preparazione per il riutilizzo": le operazioni di controllo, pulizia, smontaggio e riparazione attraverso cui prodotti o componenti di prodotti diventati rifiuti sono preparati in modo da poter essere reimpiegati senza altro pretrattamento;

r) "riutilizzo": qualsiasi operazione attraverso la quale prodotti o componenti che non sono rifiuti sono reimpiegati per la stessa finalità per la quale erano stati concepiti;

s) "trattamento": operazioni di recupero o smaltimento, inclusa la preparazione prima del recupero o dello smaltimento;

t) "recupero": qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile, sostituendo altri materiali che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione o di prepararli ad assolvere tale funzione, all'interno dell'impianto o nell'economia in generale. L'allegato C della parte IV del presente decreto riporta un elenco non esaustivo di operazioni di recupero.;

u) "riciclaggio": qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i rifiuti sono trattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini. Include il trattamento di materiale organico ma non il recupero di energia né il ritrattamento per ottenere materiali da utilizzare quali combustibili o in operazioni di riempimento;

[...]

z) "smaltimento": qualsiasi operazione diversa dal recupero anche quando l'operazione ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o di energia. L'Allegato B alla parte IV del presente decreto riporta un elenco non esaustivo delle operazioni di smaltimento;

aa) "stoccaggio": le attività di smaltimento consistenti nelle operazioni di deposito preliminare di rifiuti di cui al punto D15 dell'allegato B alla parte quarta del presente decreto, nonché le attività di recupero consistenti nelle operazioni di messa in riserva di rifiuti di cui al punto R13 dell'allegato C alla medesima parte quarta;

[...]

3) il "deposito temporaneo" deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché, per i rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute;

4) devono essere rispettate le norme che disciplinano l'imballaggio e l'etichettatura delle sostanze pericolose;

5) per alcune categorie di rifiuto, individuate con decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, di concerto con il Ministero per lo sviluppo economico, sono fissate le modalità di gestione del deposito temporaneo;

[...]

ll) "gestione integrata dei rifiuti": il complesso delle attività, ivi compresa quella di spazzamento delle strade come definita alla lettera oo), volte ad ottimizzare la gestione dei rifiuti;

[...]

qq) "sottoprodotto": qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa le condizioni di cui all'articolo 184-bis, comma 1, o che rispetta i criteri stabiliti in base all'articolo 184-bis, comma 2.

L'allegato D ora riportato dunque rimanda come detto prima al Catalogo Europeo dei Rifiuti 2002 già presente nell'Allegato 1 alla parte IV del Dlgs 152/06, delineando le procedure attraverso le quali un materiale può essere definito, classificato e codificato come rifiuto, integrandolo nel Dlgs 205/2010:

Allegato D

Elenco dei rifiuti istituito dalla Decisione della Commissione 2000/532/CE del 3 maggio 2000.

Introduzione

Il presente elenco armonizzato di rifiuti verrà rivisto periodicamente, sulla base delle nuove conoscenze ed in particolare di quelle prodotte dall'attività di ricerca, e se necessario modificato in conformità dell'articolo 39 della direttiva 2008/98/CE. L'inclusione di una sostanza o di un oggetto nell'elenco non significa che esso

sia un rifiuto in tutti i casi. Una sostanza o un oggetto e' considerato un rifiuto solo se rientra nella definizione di cui all'articolo 3, punto 1 della direttiva 2008/98/CE. [...]

2. I diversi tipi di rifiuto inclusi nell'elenco sono definiti specificatamente mediante un codice a sei cifre per ogni singolo rifiuto e i corrispondenti codici a quattro e a due cifre per i rispettivi capitoli. Di conseguenza, per identificare un rifiuto nell'elenco occorre procedere come segue:

3. Identificare la fonte che genera il rifiuto consultando i titoli dei capitoli da 01 a 12 o da 17 a 20 per risalire al codice a sei cifre riferito al rifiuto in questione, ad eccezione dei codici dei suddetti capitoli che terminano con le cifre 99. E' possibile che un determinato impianto o stabilimento debba classificare le proprie attivita' riferendosi a capitoli diversi. Per esempio un fabbricante di automobili puo' reperire i rifiuti che produce sia nel capitolo 12 (rifiuti dalla lavorazione e dal trattamento superficiale di metalli), che nel capitolo 11 (rifiuti inorganici contenenti metalli provenienti da trattamento e ricopertura di metalli) o ancora nel capitolo 08 (rifiuti da uso di rivestimenti), in funzione delle varie fasi della produzione.

[...]

Viene ora ampliata la definizione del concetto di **sottoprodotto** (che presenta un carattere di forte novita', in quanto afferma chiaramente che un sottoprodotto non puo' mai essere considerato come rifiuto e quindi non risente delle discipline sulla gestione dei rifiuti) e le modalita' per le quali un rifiuto puo' non essere piu' considerato come tale attraverso un articolo integrativo al Dlgs 152/06, per la precisione il **12 (sottoprodotto e cessazione della qualifica di rifiuto)**:

1. Dopo l'articolo 184 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 sono inseriti i seguenti:

Articolo 184-bis (Sottoprodotto)

1. E' un sottoprodotto e non un rifiuto ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a) qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa tutte le seguenti condizioni:

a) la sostanza o l'oggetto e' originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non e' la produzione di tale sostanza od oggetto;

b) e' certo che la sostanza o l'oggetto sara' utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;

c) la sostanza o l'oggetto puo' essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;

d) l'ulteriore utilizzo e' legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non portera' a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

[...]

Articolo 184-ter (Cessazione della qualifica di rifiuto)

1. Un rifiuto cessa di essere tale, quando e' stato sottoposto a un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo, e soddisfa i criteri specifici, da adottare nel rispetto delle seguenti condizioni:

a) la sostanza o l'oggetto e' comunemente utilizzato per scopi specifici;

b) esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto;

c) la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;

d) l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non portera' a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.

2. L'operazione di recupero puo' consistere semplicemente nel controllare i rifiuti per verificare se soddisfano i criteri elaborati conformemente alle predette condizioni.

[...]

5. La disciplina in materia di gestione dei rifiuti si applica fino alla cessazione della qualifica di rifiuto.

L'articolo 16 introduce importanti disposizioni in merito alla *responsabilita'* del produttore/detentore dei rifiuti, ponendo particolare attenzione sulle metodologie di controllo della tracciabilita' dei rifiuti degli aderenti al sistema Sistri.

Il Sistri (*Sistema di controllo della tracciabilita' dei rifiuti*)⁷ e' un programma nato nel 2009 su decisione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con l'intento di semplificare le procedure e gli adempimenti che i produttori e detentori di rifiuti speciali sono tenuti a rispettare in materia di gestione dei flussi in entrata e in uscita dalle discariche, riducendo i costi per le imprese connessi al loro smaltimento. Dal precedente metodo consistente nella

7 www.sistri.it (ultima connessione al sito 16-11-2012)

compilazione di tre documenti cartacei (Formulario di identificazione dei rifiuti, Registro di carico e scarico e il Modello Unico di Dichiarazione Ambientale MUD) si passa dunque a un sistema più *agile ed efficiente* in termini economici e di tempistiche. Sistri è stato pensato per garantire un monitoraggio trasparente e rapido tramite il passaggio dai vecchi modelli cartacei a un sistema informatizzato dell'intera filiera di produzione e trattamento dei rifiuti speciali sul territorio nazionale, strumento attraverso il quale si intende inoltre *arginare* il fenomeno dell'illegalità garantendo un controllo più semplice e capillare per le autorità competenti (la gestione del sistema Sistri è stata affidata al Comando Carabinieri per la Tutela dell'Ambiente).

Tornando dunque all'**art. 16 (modifiche agli art. 188, 189, 190 e 193 del Dlgs 152/06)**:

1. Gli articoli 188, 189, 190 e 193, sono modificati come segue:

a) l'articolo 188 e' sostituito dal seguente:

Articolo 188 (Responsabilita' della gestione dei rifiuti)

1. Il produttore iniziale o altro detentore di rifiuti provvedono direttamente al loro trattamento, oppure li consegnano ad un intermediario, ad un commerciante, ad un ente o impresa che effettua le operazioni di trattamento dei rifiuti, o ad un soggetto pubblico o privato addetto alla raccolta dei rifiuti, in conformita' agli articoli 177 e 179. Fatto salvo quanto previsto ai successivi commi del presente articolo, il produttore iniziale o altro detentore conserva la responsabilita' per l'intera catena di trattamento, restando inteso che qualora il produttore iniziale o il detentore trasferisca i rifiuti per il trattamento preliminare a uno dei soggetti consegnatari di cui al presente comma, tale responsabilita', di regola, comunque sussiste.

[...]

5. I costi della gestione dei rifiuti sono sostenuti dal produttore iniziale dei rifiuti, dai detentori del momento o dai detentori precedenti dei rifiuti.”;

b) dopo l'articolo 188 sono inseriti i seguenti articoli 188-bis e 188-ter:

Articolo 188-bis (Controllo della tracciabilita' dei rifiuti)

1. In attuazione di quanto stabilito all'articolo 177, comma 4, la tracciabilita' dei rifiuti deve essere garantita dalla loro produzione sino alla loro destinazione finale.

2. A tale fine, la gestione dei rifiuti deve avvenire:

a) nel rispetto degli obblighi istituiti attraverso il sistema di controllo della tracciabilita' dei rifiuti (SISTRI) di cui all'articolo 14-bis del decreto-legge 1° luglio 2009, n.78, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2009, n. 102, e al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare in data 17 dicembre 2009; oppure

b) nel rispetto degli obblighi relativi alla tenuta dei registri di carico e scarico nonche' del formulario di identificazione di cui agli articoli 190 e 193.

3. Il soggetto che aderisce al sistema di controllo della tracciabilita' dei rifiuti (SISTRI) di cui al comma 2, lett. a), non e' tenuto ad adempiere agli obblighi relativi alla tenuta dei registri di carico e scarico di cui all'articolo 190, nonche' dei formulari di identificazione dei rifiuti di cui all'articolo 193. [...]

4. Il soggetto che non aderisce al sistema di controllo della tracciabilita' dei rifiuti (SISTRI) di cui al comma 2, lett. a), deve adempiere agli obblighi relativi alla tenuta dei registri di carico e scarico di cui all'articolo 190, nonche' dei formulari di identificazione dei rifiuti nella misura stabilita dall'articolo 193.

Articolo 188-ter (Sistema di controllo della tracciabilita' dei rifiuti (SISTRI))

1. Sono tenuti ad aderire al sistema di controllo della tracciabilita' dei rifiuti (SISTRI) di cui all'articolo 188-bis, comma 2, lett. a):

a) gli enti e le imprese produttori di rifiuti speciali pericolosi - ivi compresi quelli di cui all'articolo 212, comma 8;

b) le imprese e gli enti produttori di rifiuti speciali non pericolosi, di cui all'articolo 184, comma 3, lettere c), d) e g) con piu' di dieci dipendenti, nonche' le imprese e gli enti che effettuano operazioni di smaltimento o recupero di rifiuti e che producano per effetto di tale attivita' rifiuti non pericolosi, indipendentemente dal numero di dipendenti;

c) i commercianti e gli intermediari di rifiuti;

d) i consorzi istituiti per il recupero o il riciclaggio di particolari tipologie di rifiuti che organizzano la gestione di tali rifiuti per conto dei consorziati;

e) le imprese e gli enti che effettuano operazioni di recupero o smaltimento di rifiuti;

f) gli enti e le imprese che raccolgono o trasportano rifiuti speciali a titolo professionale.

[...]

Gli art. 189 (*catasto dei rifiuti*), 190 (*registri di carico e scarico*) e 193 (*trasporto dei rifiuti*) sostituiscono i corrispettivi del Dlgs 152/06, ampliandoli e integrandoli sulla base dei nuovi parametri e sulle nuove modalità di gestione rifiuti previsti dal sistema SISTRI.

Sono stati riportati solo alcuni dei passaggi chiave del Dlgs 205/2010 utili a definire lo stato dell'arte in merito alla categorizzazione e classificazione dei rifiuti sulla base delle integrazioni innovative introdotte dalla direttiva 2008/98/CE. Questi step evolutivi stanno segnando tappe importanti della legislazione recente in ambito di rilettura del tradizionale approccio ai rifiuti, disponendo come pratica concettuale quella di considerare il loro **trattamento** e la loro **gestione** in un'ottica di **tutela e salvaguardia** della salute umana e dell'ambiente, focalizzando soprattutto l'attenzione su procedure di prevenzione della produzione del rifiuto e di preparazione di quest'ultimo al *riutilizzo*. Il messaggio che si vuole passare è proprio quello di trasformare ideologicamente e praticamente il rifiuto da qualcosa di cui semplicemente disfarsi a invece elemento di **valore** e **fonte di risorsa** per l'uomo, l'ambiente e il mondo produttivo.

3.1.5 Normativa UNI EN ISO 14001

La normativa **ISO 14000**⁸ individua una serie di *norme* redatte in materia di gestione ambientale dall'ente di Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione ISO. La serie 14000 è suddivisa in *sottonorme* definite ognuna da un codice e relative a diverse tematiche:

ISO 1400x, riguardanti i sistemi di gestione ambientale

ISO 14001 Sistemi di Gestione Ambientale - Requisiti e guida all'uso

ISO 14004 Sistemi di Gestione Ambientale - Linea guida generale sui principi, sistemi e tecniche di supporto

ISO/CD 14005 Linee guida per l'implementazione graduale di un sistema di gestione ambientale, incluso l'uso della valutazione delle prestazioni ambientali

ISO 1401x, riguardanti gli audit ambientali (compresa la norma ISO 19011 sugli audit di sistema di gestione qualità e ambiente)

ISO 14015 Gestione ambientale - Valutazione dei siti e delle organizzazioni

ISO 19011 Linee guida per audit di sistemi di gestione

ISO 1402x, riguardanti le etichettature ambientali di prodotto

ISO 14020 Etichette e dichiarazioni ambientali - Principi generali

ISO 14021 Etichette e dichiarazioni ambientali - Asserzioni ambientali auto-dichiarate (etichettatura ambientale di Tipo II)

ISO 14024 Etichette e dichiarazioni ambientali - Etichettatura ambientale di Tipo I - Principi e procedure

ISO 14025 Etichette e dichiarazioni ambientali - Dichiarazioni ambientali di Tipo III - Principi e procedure

ISO 1403x, riguardanti le prestazioni ambientali

ISO 14031 Gestione ambientale - Valutazione della prestazione ambientale - Linee guida

ISO/TR 14032 Gestione ambientale - Esempi di valutazione delle prestazioni ambientali

ISO 1404x, riguardanti la valutazione del ciclo di vita del prodotto

ISO 14040 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento

ISO 14044 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida

ISO/TR 14047 Gestione ambientale - Valutazione dell'impatto del ciclo di vita - Esempi di applicazione della ISO 14042

ISO/TS 14048 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Formato dei documenti e dei dati

ISO/TR 14049 Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Esempi di applicazione della ISO 14041 per l'obiettivo e scopo e l'inventario dei dati

ISO 1405x, riguardanti i termini, definizioni e vocaboli relativi alla gestione ambientale

ISO 14050 Gestione ambientale - Vocabolario

ISO 1406x, riguardanti diversi tipi di argomenti ambientali

ISO 14064-1 Gas ad effetto serra - Parte 1: Specifiche e guida, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra e della loro rimozione

ISO 14064-2 Gas ad effetto serra - Parte 2: Specifiche e guida, al livello di progetto, per la quantificazione, il monitoraggio e la rendicontazione delle riduzioni delle emissioni di gas ad effetto serra o dell'aumento della loro rimozione

ISO 14064-3 Gas ad effetto serra - Parte 3: Specifiche e guida per la validazione e la verifica delle asserzioni relative ai gas ad effetto serra

ISO 14065 Gas ad effetto serra - Requisiti per gli organismi di validazione e verifica dei gas a effetto serra per l'uso in accreditamento o altre forme di ricognizione

ISO 14066 Gas ad effetto serra - Requisiti di competenza dei gruppi di validazione e verifica dei gas a effetto serra.⁹

Come è possibile osservare dall'elenco di normative previste nella serie 14000, gli ambiti di applicazione in materia ambientale sono molteplici spaziando da etichettature ambientali di prodotto, ad analisi LCA, da valutazioni delle prestazioni ambientali a metodi per ridurre le emissioni nocive nell'ambiente. Per quanto riguarda la gestione e lo smaltimento dei rifiuti, la normativa di riferimento è la 14001 (Sistemi di gestione ambientale - requisiti e guida all'uso). Per **Sistema di Gestione Ambientale**, o SGA, si intendono quelle misure e quelle attività attuate da un'azienda al fine di strutturare l'impianto produttivo in maniera ambientalmente responsabile. La **ISO 14001**¹⁰ dispone tra i suoi punti linee guida procedurali e generali per il trattamento dei rifiuti derivati dai processi di produzione.

La normativa ISO 14001 (che non presenta comunque carattere di obbligatorietà) può essere *certificata* da un organismo ufficiale predisposto in grado di valutare la corrispondenza delle prassi tenute in azienda con i requisiti imposti dallo standard. Può essere utilizzata per una *autodichiarazione di conformità*, o solamente indicare principi per un corretto comportamento in materia ambientale. La ISO 14001 non è una certificazione di prodotto nè stabilisce criteri specifici relativi a prestazioni ambientali, ma è piuttosto uno *strumento* per attestare che un'azienda ha un *piano strutturato* di gestione e di controllo degli impatti e delle emissioni ambientali volto alla progressiva riduzione di questi due fattori e dunque al miglioramento continuo dal punto di vista della sostenibilità e dell'efficienza ambientali. Per attuare questa politica, lo standard si basa su una metodologia chiamata **Plan-Do-Check-Act**, o PDCA. Quest'impostazione, al fine di ottenere il *Miglioramento continuo (Continual improvement)*, consiste in:

- *Pianificazione (Plan): determinare gli obiettivi e i processi necessari per conseguire risultati coerenti con la politica ambientale dell'azienda*

- *Attuazione e funzionamento (Do): Mettere in atto i processi*
- *Verifica (Check): monitorare e misurare i processi legati a politica ambientale, a obiettivi e traguardi e a prescrizioni legali, riportandone i risultati*
- *Riesame (Act): Intraprendere azioni per implementare continuamente le prestazioni del Sistema di Gestione Ambientale*

La *sottoclausola A.3.1* della ISO 14001 definisce una procedura con varie soluzioni in grado di far individuare quegli aspetti ambientali significanti verso i quali dovrebbe essere diretta la priorità di azione per la realizzazione dell'**SGA** da parte di un'impresa.

Gli aspetti ambientali relativi all'implementazione dell'SGA devono tener conto degli *input* e gli *output* di quest'ultima legati alle sue attività ambientalmente rilevanti, ai prodotti e servizi forniti e alle attività da sviluppare in futuro che potrebbero essere motivo di impatto ecosistemico. È importante considerare come le organizzazioni non debbano considerare ogni singolo prodotto, componente o materia prima di partenza a livello individuale, quanto piuttosto debbano determinare **categorie di riferimento generali** in cui raggruppare più attività caratterizzate da aspetti produttivi e tecnologici *similari*. Come afferma la sottoclausola:

Dal momento che non c'è un singolo approccio per identificare aspetti ambientali, l'approccio selezionato dovrebbe per esempio considerare:

- a) emissioni in aria*
- b) emissioni in acqua*
- c) emissioni sul territorio*
- d) utilizzo di materie prime e risorse naturali*
- e) utilizzo di energia*
- f) energia emessa*
- g) produzione di rifiuti e sottoprodotti*
- h) caratteristiche fisiche come dimensioni, forma, colore*

L'azienda deve anche intervenire riguardo quegli aspetti direttamente relativi a beni, prodotti e servizi utilizzati o che fornisce a terzi. In tutte le circostanze è l'azienda che determina il grado di controllo e definisce i suoi aspetti di influenza. La ISO 14001 presenta comunque alcune linee guida di riferimento, nelle quali si evidenzia come dovrebbero essere considerati quegli aspetti legati a processi, prodotti e servizi dell'organizzazione:

- progettazione e sviluppo

⁹ http://it.wikipedia.org/wiki/ISO_14000

¹⁰ Introdotta in Italia come UNI EN ISO 14001:2006

- processi produttivi e manifatturieri
- packaging e distribuzione
- performance ambientali e attività di appaltatori e fornitori
- gestione dei rifiuti
- estrazione e distribuzione di materie prime e risorse naturali
- distribuzione, utilizzo e fine vita dei prodotti
- attenzione alla natura e alla biodiversità

Lo standard dispone anche *linee guida procedurali* in termini di *comunicazione* da parte delle organizzazioni sull'utilizzo corretto di beni e servizi, al fine di allungare ad esempio il ciclo vita dei prodotti e favorire politiche di recupero tali da evitarne la dismissione prematura.

La **ISO 14001** si conclude con la presentazione dei parallelismi esistenti con la **ISO 9001**¹¹, relativa invece al *Sistema di Gestione della Qualità*. La comparazione è presentata per evidenziare come, essendo i due standard molto simili a livello procedurale, di gestione delle competenze/responsabilità e di ambito di intervento, un'azienda che già adotta uno dei due standard, può facilmente ottenere anche l'altro mediante determinati accorgimenti, con un potenziale ritorno in termini di immagine.

Implementare un sistema di Gestione Ambientale certificato permette alla Organizzazioni di:

- Identificare i rischi ambientali e le opportunità di miglioramento
- Ridurre i costi legati ai consumi energetici, alla gestione dei rifiuti e delle materie prime
- Assicurare il rispetto di tutti i requisiti normativi rilevanti per l'ambiente
- Avviare un processo di miglioramento continuo della performance ambientale
- Accedere più facilmente a finanziamenti pubblici
- Arricchire la relazione e i flussi di comunicazione con le autorità e il pubblico, e quindi migliorare l'immagine corporate
- Aumentare il valore della propria impresa nel mercato¹²

11 ISO 9001:2008(E)

12 Fonte: http://www.qualityitalia.it/certificazione_certificazione-iso-14001.php (ultima connessione al sito 19-11-2012)

TABELLA RIASSUNTIVA 1

Evoluzione legislativa in materia di rifiuti
(Periodo 1997-2012)

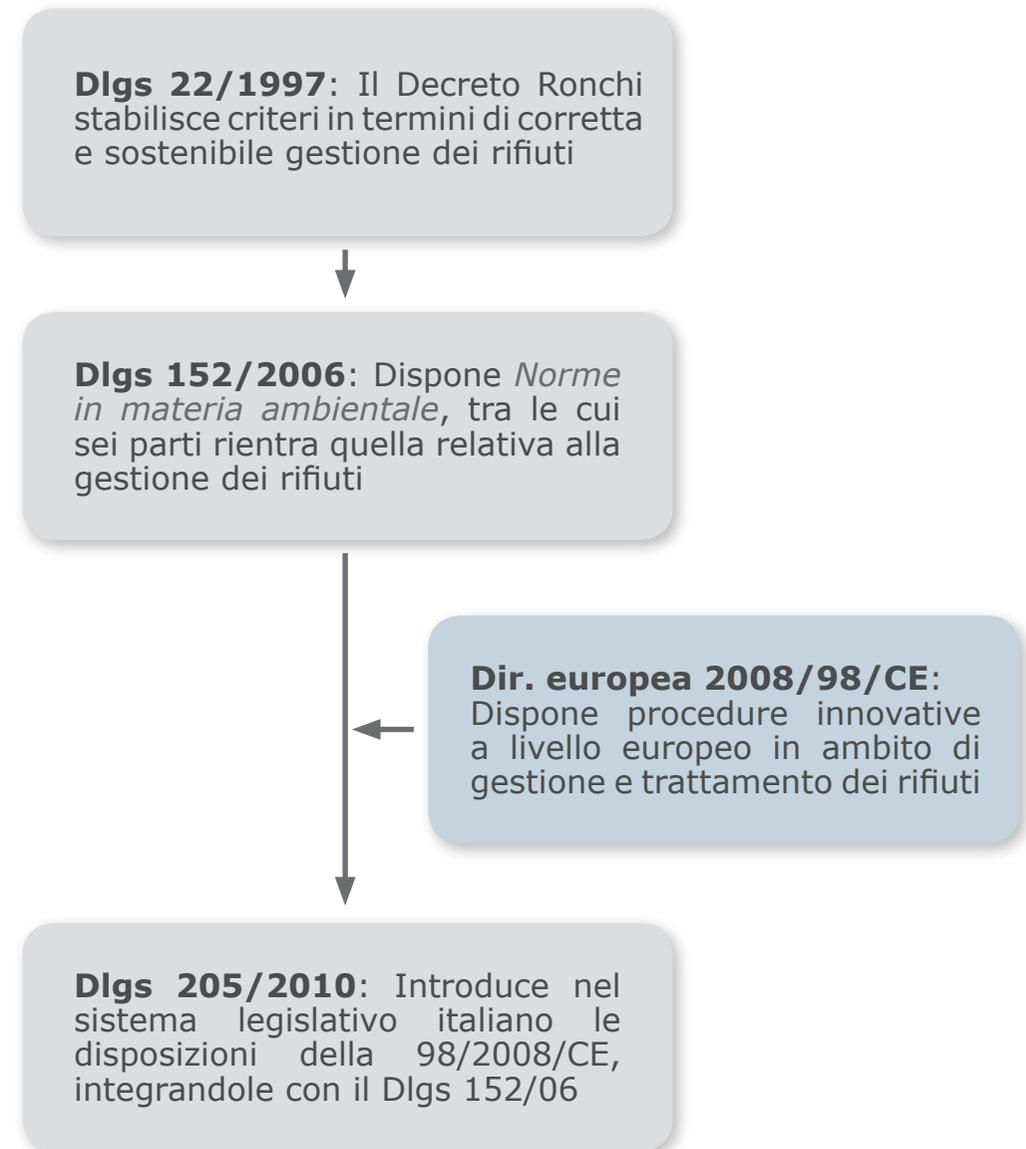


TABELLA RIASSUNTIVA 2

Terminologia in ambito di rifiuti definita da articolo 10 Dlgs 205/2010

RIFIUTO	RACCOLTA	RIFIUTO BIOSTABILIZZATO
RIFIUTO PERICOLOSO	RACCOLTA DIFFERENZIATA	COMPOST DI QUALITÀ
OLI USATI	PREPARAZIONE PER IL RIUTILIZZO	DIGESTATO DI QUALITÀ
RIFIUTO ORGANICO	RIUTILIZZO	EMISSIONI
AUTOCOMPOSTAGGIO	TRATTAMENTO	SCARICHI IDRICI
PRODUTTORE DI RIFIUTI	RECUPERO	INQUINAMENTO ATMOSFERICO
PRODUTTORE DEL PRODOTTO	RICICLAGGIO	GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI
DETENTORE	RIGENERAZIONE DEGLI OLI USATI	CENTRO DI RACCOLTA
COMMERCIANTE	SMALTIMENTO	MIGLIORI TECNICHE POSSIBILI
INTERMEDIARIO	STOCCAGGIO	CIRCUITO ORGANIZZATO DI RACCOLTA
PREVENZIONE	DEPOSITO TEMPORANEO	SOTTOPRODOTTO
GESTIONE	COMBUSTIBILE SOLIDO SECONDARIO	

TABELLA RIASSUNTIVA 3

Classificazione dei rifiuti secondo Dlgs 205/2010

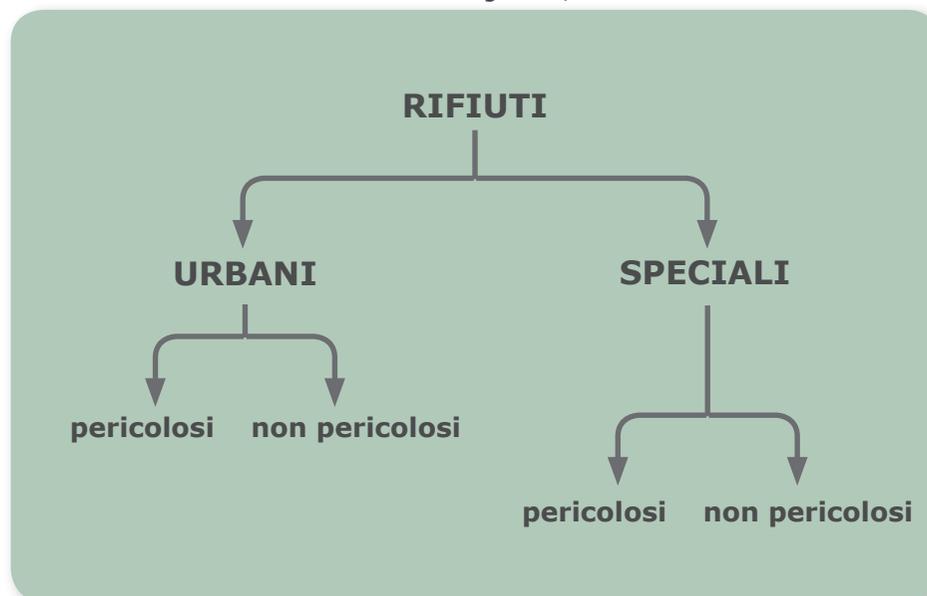


TABELLA RIASSUNTIVA 4

Definizione rifiuti urbani/rifiuti speciali secondo Dlgs 205/2010

RIFIUTI URBANI

- Rifiuti **domestici** anche ingombranti, da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione
- Rifiuti **non pericolosi** assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità
- I rifiuti provenienti dallo **spazzamento** delle strade
- I rifiuti di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade ed **aree pubbliche** o sulle strade ed aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua
- I rifiuti vegetali provenienti da **aree verdi**

RIFIUTI SPECIALI

- I rifiuti da attività agricole e **agro-industriali**
- I rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, **costruzione**, nonché i rifiuti che derivano dalle attività di scavo
- I rifiuti derivati da **lavorazioni industriali e/o artigianali** e da attività commerciali e/o di servizio
- I rifiuti derivanti dalla **attività di recupero** e smaltimento di rifiuti, i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque e dalla depurazione delle acque reflue e da abbattimento di fumi
- I rifiuti derivanti da **attività sanitarie**

TABELLA RIASSUNTIVA 5

Classificazione ed elenco dei rifiuti riportati in Allegato D a Dlgs 205/2010

01 RIFIUTI DERIVANTI DA PROSPEZIONE, ESTRAZIONE DA MINIERA O CAVA, NONCHÉ DAL TRATTAMENTO FISICO O CHIMICO DI MINERALI

02 RIFIUTI PRODOTTI DA AGRICOLTURA, ORTICOLTURA, ACQUACOLTURA, SELVICOLTURA, CACCIA E PESCA, TRATTAMENTO E PREPARAZIONE DI ALIMENTI

03 RIFIUTI DELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO E DELLA PRODUZIONE DI PANNELLI, MOBILI, POLPA, CARTA E CARTONE

04 RIFIUTI DELLA LAVORAZIONE DI PELLI E PELLICCE E DELL'INDUSTRIA TESSILE

05 RIFIUTI DELLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO, PURIFICAZIONE DEL GAS NATURALE E TRATTAMENTO PIROLITICO DEL CARBONE

06 RIFIUTI DEI PROCESSI CHIMICI INORGANICI

07 RIFIUTI DEI PROCESSI CHIMICI ORGANICI

08 RIFIUTI DELLA PRODUZIONE, FORMULAZIONE, FORNITURA ED USO DI RIVESTIMENTI (PITTURE, VERNICI E SMALTI VETRATI), ADESIVI, SIGILLANTI, E INCHIOSTRI PER STAMPA

09 RIFIUTI DELL'INDUSTRIA FOTOGRAFICA

10 RIFIUTI PROVENIENTI DA PROCESSI TERMICI

11 RIFIUTI PRODOTTI DAL TRATTAMENTO CHIMICO SUPERFICIALE E DAL RIVESTIMENTO DI METALLI ED ALTRI MATERIALI; IDROMETALLURGIA NON FERROSA

12 RIFIUTI PRODOTTI DALLA LAVORAZIONE E DAL TRATTAMENTO FISICO E MECCANICO SUPERFICIALE DI METALLI E PLASTICA

13 OLI ESAURITI E RESIDUI DI COMBUSTIBILI LIQUIDI (TRANNE OLI COMMESTIBILI, 05 E 12)

14 SOLVENTI ORGANICI, REFRIGERANTI E PROPELLENTI DI SCARTO (TRANNE LE VOCI 07 E 08)

15 RIFIUTI DI IMBALLAGGIO, ASSORBENTI, STRACCI, MATERIALI FILTRANTI E INDUMENTI PROTETTIVI (NON SPECIFICATI ALTRIMENTI)

16 RIFIUTI NON SPECIFICATI ALTRIMENTI NELL'ELENCO

17 RIFIUTI DELLE OPERAZIONI DI COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE (COMPRESO IL TERRENO PROVENIENTE DA SITI CONTAMINATI)

18 RIFIUTI PRODOTTI DAL SETTORE SANITARIO E VETERINARIO O DA ATTIVITÀ DI RICERCA COLLEGATE (TRANNE I RIFIUTI DI CUCINA E DI RISTORAZIONE CHE NON DERIVINO DIRETTAMENTE DA TRATTAMENTO TERAPEUTICO)

19 RIFIUTI PRODOTTI DA IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI, IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE FUORI SITO, NONCHÉ DALLA POTABILIZZAZIONE DELL'ACQUA E DALLA SUA PREPARAZIONE PER USO INDUSTRIALE

20 RIFIUTI URBANI (RIFIUTI DOMESTICI E ASSIMILABILI PRODOTTI DA ATTIVITÀ COMMERCIALI E INDUSTRIALI NONCHÉ DALLE ISTITUZIONI) INCLUSI I RIFIUTI DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

3.2 La produzione di rifiuti speciali in Italia

3.2.1 L' ISPRA

In Italia è stato istituito per volontà del *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare* con la legge 133/2008, l'Istituto **ISPRA**, fusione di tre enti precedentemente esistenti, quali l'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici), l'INFS (Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica) e l'ICRAM (Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare), come compare dal Decreto del 21 maggio 2010 sulla Gazzetta Ufficiale n. 179 del 3 agosto 2010:

*L'ISPRA svolge le funzioni, con le inerenti risorse finanziarie, strumentali e di personale, dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici di cui all'articolo 38 del Decreto Legislativo n. 300 del 30 luglio 1999 e successive modificazioni, dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica di cui alla legge 11 febbraio 1992, n. 157 e successive modificazioni, e dell'Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare di cui all'articolo 1-bis del decreto-legge 4 dicembre 1993, n.496, convertito in legge, con modificazioni, dall'articolo 1, comma 1, della legge 21 gennaio 1994, n. 61.*¹³

ISPRA [Fig.3.1] è un istituto che coinvolge diverse figure professionali, offrendo un'ampia panoramica di monitoraggio, di prevenzione e di attività di intervento in diversi settori relativi all'ambiente:

- *Acqua*
- *Agenda 21 (rapporto città/ambiente)*
- *Alge tossiche*
- *Aree protette*
- *Aria*
- *Biodiversità*
- *Emergenze ambientali*
- *Energia rinnovabile*
- *Impatti e Gestione Ambientale nei Porti*
- *Mercato verde*
- *Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento - IPPC - Controlli AIA*



ISPRA

Figura 3.1
© ISPRA 2012
Logo dell'Istituto
www.isprambiente.gov.it

¹³ Fonte: <http://www.isprambiente.it/it/ispra> (ultima conn. al sito 20-11-2012)

- *Protezione dell'atmosfera a livello globale*
- *Radioattività e radiazioni*
- *Rischio industriale e le Direttive "Seveso"*
- *Rischio sostanze chimiche (REACH, prodotti fitosanitari)*
- *Rischio tecnologico*
- *Rumore, vibrazioni e radiazioni elettromagnetiche*
- *Siti contaminati*
- *Suolo e Territorio*
- *Sviluppo sostenibile*
- *Valutazione Ambientale Strategica (VAS)*
- *Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)*

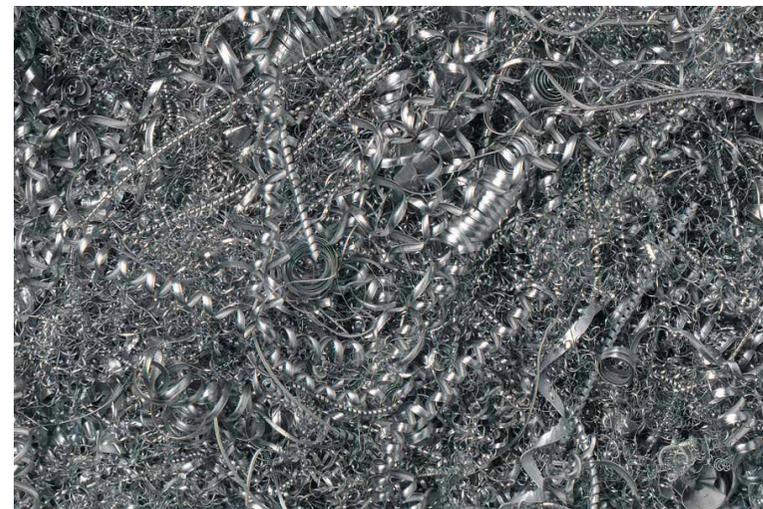
Come si può osservare dall'elenco, sebbene il ventaglio dei temi affrontati dall'Istituto sia molto ampio e variegato, sono molte le relazioni con attività inerenti alla produzione, gestione e trattamento dei rifiuti. L'istituto inoltre redige una serie di pubblicazioni periodiche relative ai servizi di monitoraggio delle attività antropiche impattanti sull'ambiente, tramite le quali il pubblico può essere informato secondo quanto previsto dalla legislazione attuale, in particolare riferimento al Dlgs 195 del 19 agosto 2005 che dispone l'obbligo di *diffusione*



Figura 3.2 a lato: Rifiuti speciali derivati da attività agro-industriali

Figura 3.3 in alto: Rifiuti speciali dell'industria del legno

Figura 3.4 in basso: Rifiuti speciali derivati dalla lavorazione dell'alluminio



dell'informazione ambientale¹⁴. L'ISPRA gestisce attualmente 53 banche dati, relative a:

- Acque interne e marino costiere
- Agenti fisici
- Aria ed emissioni in atmosfera
- Biodiversità
- Clima e meteo
- Rischio industriale
- Suolo e territorio
- Sviluppo sostenibile

3.2.2 Il rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

Una delle pubblicazioni più recenti dell'Istituto in materia di produzione e gestione dei rifiuti è costituita dal **Rapporto rifiuti speciali 2011**, in cui vengono riportati in materia ampia e dettagliata dati e statistiche registrati fino al 2009 a livello di *territorio nazionale italiano*, scendendo nel dettaglio delle singole regioni e province. La struttura del rapporto si articola in cinque capitoli, di cui due saranno quelli di riferimento nel paragrafo:

Capitolo 1: La produzione dei rifiuti speciali

Capitolo 2: La gestione dei rifiuti speciali ¹⁵

Tutti i dati e i grafici che verranno presentati e analizzati in questa sezione sono tratti dal Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011. Si focalizzerà l'attenzione sulla produzione di rifiuti speciali legati alle attività industriali [Fig. 3.2, 3.3, 3.4], con particolare riferimento al settore manifatturiero.

Dal rapporto si può osservare come la produzione di rifiuti speciali nel periodo 2006-2009 abbia subito un processo di rilevante diminuzione [Fig. 3.5]. Diversi fattori sono intervenuti in questa riduzione: da un lato hanno sicuramente contribuito politiche aziendali sempre di più improntate sulla *sostenibilità* e su una maggiore attenzione alle *tematiche ambientali*; dall'altro la *crisi economica*, causa della riduzione del Prodotto Interno Lordo del paese, ha determinato un

14 www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/05195dl.htm (ultima conn. al sito 28-11-2012)

15 Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

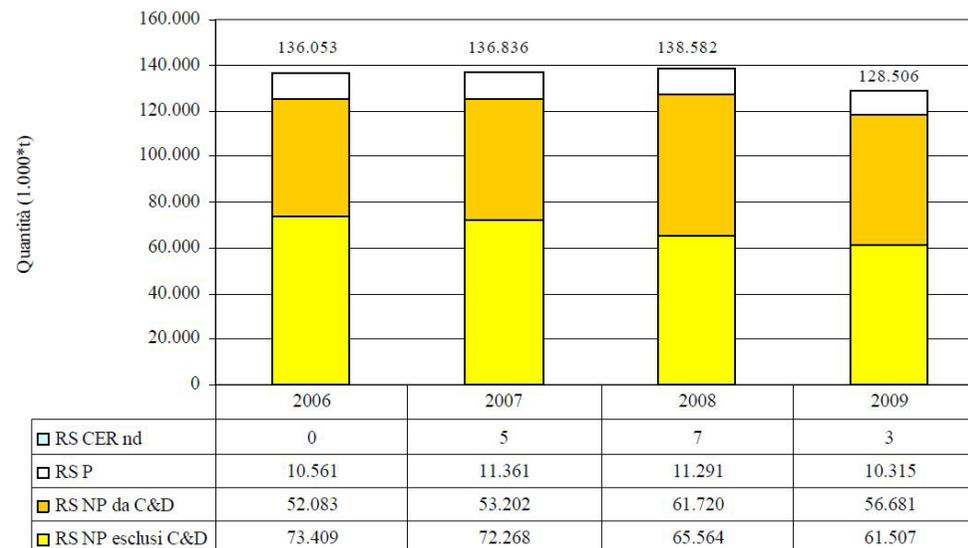
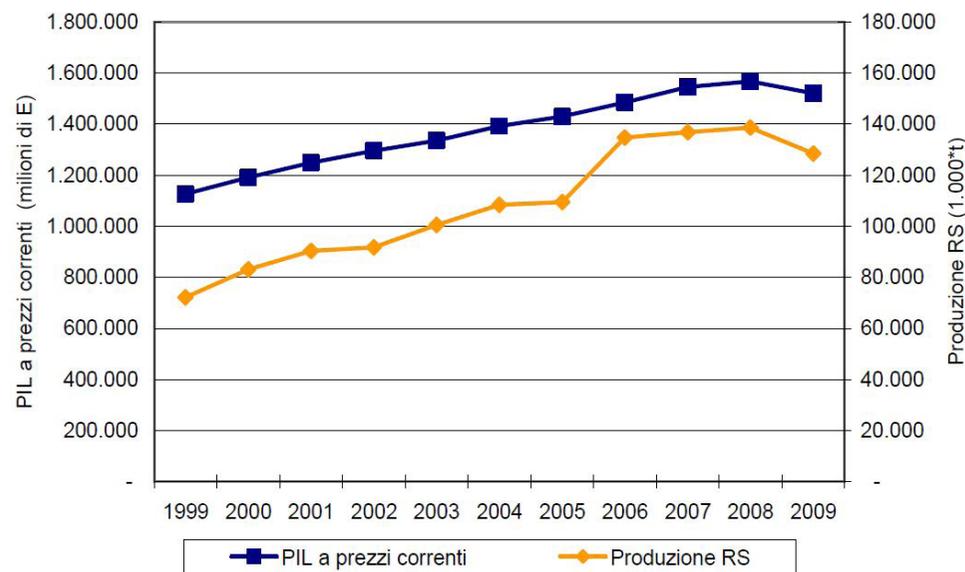


Figura 3.5 Produzione nazionale di rifiuti speciali, periodo 2006-2009

Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

Figura 3.6 Andamento della produzione di rifiuti speciali e del PIL, periodo 1999-2009

Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011



ruolo fondamentale in termini di quantità di rifiuti speciali prodotti. Si vende e si produce meno e di conseguenza si producono anche meno rifiuti.

Il grafico in Fig. 3.6 indica la correlazione **direttamente proporzionale** tra l'andamento del PIL e la produzione dei rifiuti speciali nella decade 1999-2009 in Italia.

Dalle elaborazioni delle *dichiarazioni MUD* si è registrato un 7,8% di produzione di rifiuti speciali in meno dal 2008 al 2009, passando da 138,6 milioni di tonnellate a 128,5 milioni di tonnellate.

Nel dettaglio, la riduzione dei rifiuti non pericolosi è stata di 9,1 milioni di tonnellate, pari a una percentuale del 7,1%, mentre è stato ancora maggiore il calo dei rifiuti speciali pericolosi, scesi in percentuale dell'8,6% (pari a 980mila tonnellate).

[...]

Nel 2009, i rifiuti speciali complessivamente gestiti in Italia sono stati oltre 135 milioni di tonnellate, di cui 125,5 milioni (il 93% del totale) non pericolosi e 9,5 milioni di tonnellate (7%) pericolosi. Il 57,5% è stato avviato al recupero di materia, il 15,6% al trattamento chimico, fisico e biologico e ricondizionamento dei rifiuti prima dello smaltimento, mentre dritti in discarica sono finiti "solo" il 9,6% dei rifiuti.

Tra i non pericolosi, 69,6 milioni di tonnellate sono stati avviati a recupero di materia, lo spandimento sul suolo a beneficio dell'agricoltura e dell'ecologia ha interessato invece 6,5 milioni di tonnellate. L'operazione di messa in riserva dei rifiuti, prima dell'avvio ad operazioni di recupero, ha interessato circa 18 milioni di tonnellate, mentre allo smaltimento sono andate circa 29,4 milioni di tonnellate, di cui 12,4 milioni sono state smaltite in discarica.

Per i rifiuti pericolosi l'operazione più diffusa è il riciclo/recupero dei metalli, con circa 602 mila tonnellate (28,6% del totale) seguita da riciclo/recupero di sostanze organiche con 239 mila tonnellate (10,7% del totale) e dal "riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche" con 228mila tonnellate (10,8% del totale dei rifiuti pericolosi recuperati). Le operazioni di smaltimento hanno interessato, invece, 7,4 milioni di tonnellate di rifiuti pericolosi, circa il 78% del totale gestito. La forma maggiormente utilizzata è rappresentata dal trattamento chimico fisico, con oltre 5,3 milioni di tonnellate, il 72% del totale pericoloso smaltito, mentre l'8,2% dei rifiuti è stato smaltito in discarica (circa 605 mila tonnellate).

In crescita del 5%, rispetto al 2008, la quantità totale di rifiuti speciali esportata all'estero (in tutto 3,2 milioni di tonnellate), in particolare provenienti da processi termici e finiti anzitutto in Germania, mentre ne sono stati importati circa 3,4

milioni di tonnellate, di cui poco più di 9mila pericolosi.

Sullo smaltimento in discarica, si rileva che il numero delle discariche operative sui rifiuti speciali era nel 2009 di 506, 65 in meno del 2008: di queste, il 47% sono discariche per rifiuti inerti (239), il 51% discariche per rifiuti non pericolosi (257) e solo il 2% discariche per rifiuti pericolosi (10). Nel 2009 sono state smaltite in discarica circa 13 milioni di tonnellate di rifiuti speciali con una riduzione, rispetto al 2008, di quasi il 25%, particolarmente rilevante al Sud (-45%), mentre al Nord la discesa è del 29% e al Centro si ha un incremento dell'8%, causato dai lavori per la nuova linea della metropolitana di Roma.¹⁶

Le attività economiche produttrici di rifiuti sono di diversa tipologia. Stando ai dati ISPRA 2009, la **produzione totale dei RS** nel 2009 è stato di **128.505.562 tonnellate**. Il principale settore in termini di quantitativi prodotti rimane quello relativo alle attività di **demolizione e costruzione** [Fig. 3.7], corrispondente

16 Fonte: Comunicato stampa ISPRA 7 marzo 2012



Figura 3.7 Il settore delle demolizioni e costruzioni produce da solo in Italia il 46,1% dei RS
Fonte: <http://www.casa.blogosfere.it>

a quasi la metà (46,1%) dell'intera produzione nazionale, per un corrispettivo in massa di 59.173.322 tonnellate (quantitativo cmq inferiore rispetto alle 64.022.340 t del 2008). Il **settore manifatturiero**, data l'ampiezza del ventaglio di tecnologie, prodotti, materiali e risorse umane coinvolte, detiene il secondo posto in termini percentuali (circa il 28%), per una produzione di 35.981.557 tonnellate. Al terzo risiedono invece le imprese legate al mondo del trattamento e della **gestione dei rifiuti**, con un 16,9%. La somma di tutte le altre attività invece corrisponde al restante 9% della produzione totale dei rifiuti speciali. Il grafico a torta di Fig. 3.8 illustra in maniera intuitiva e dettagliata questa ripartizione.

La tabella di Fig. 3.9 invece presenta i quantitativi in tonnellate relativi al 2008 e al 2009 della produzione di rifiuti speciali (suddivisi in pericolosi, non pericolosi e il loro totale) delle diverse attività economiche classificate secondo i **codici ATECO 2002**. Questi codici sono stati delineati dall'istituto di statistica **ISTAT** per offrire uno spettro di riferimento preciso e affidabile in grado di permettere a enti/imprese pubblici o privati di eseguire analisi e valutazioni statistiche relative alla produzione di beni e servizi legati alla struttura economico-sociale italiana. Una delle caratteristiche più importanti di ATECO 2002 è legata alla possibilità di comparare i dati relativi alle diverse classificazioni a livello sia nazionale che europeo, potendo così effettuare analisi statistiche anche in relazione agli altri stati comunitari. *Quando si parla di attività economiche produttive, l'espressione attività deve essere intesa nel senso di processo, cioè di una combinazione di azioni che danno luogo ad un certo tipo di prodotto o servizio. Un'attività, pertanto, è composta da una combinazione di differenti risorse, quali attrezzature, lavoro, tecniche di lavorazione, prodotti, che dà luogo alla produzione di specifici beni o servizi. In altri termini, un'attività è caratterizzata da un input di risorse, da un processo produttivo e da un output di prodotti o servizi. Nella realtà, una determinata impresa è spesso costituita non solo da unità che producono beni e servizi che sono caratteristici di una determinata attività economica, ma anche da unità che sono impegnate in attività secondarie, diverse da quella che diremo attività principale, ed alla quale appartiene l'impresa considerata. In pratica, quindi, l'output di una determinata impresa è costituito da prodotti primari e da prodotti secondari.*¹⁷

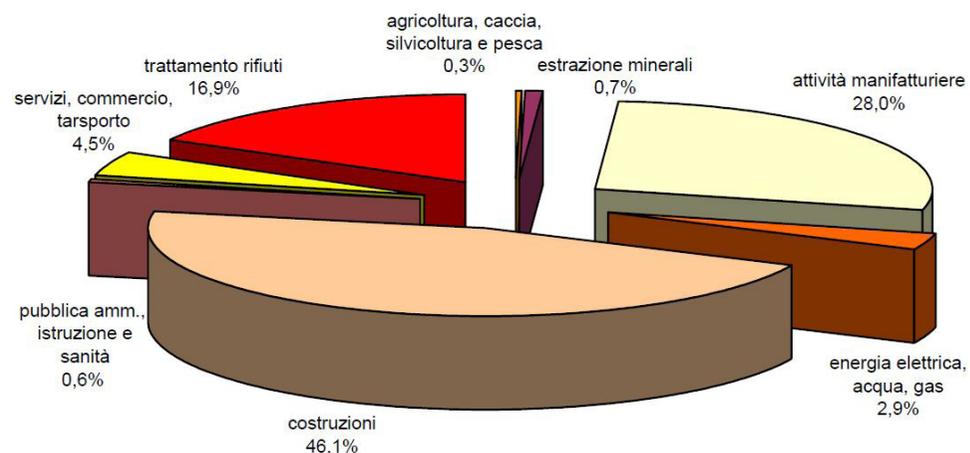


Figura 3.8 Ripartizione percentuale della produzione totale dei rifiuti speciali per attività economica relativa al 2009

Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

¹⁷ ISTAT (a cura di Puglisi G., Vicari P., Ferrillo A.), *Classificazione delle attività economiche ATECO 2002*

Attività Economica	Codice ATECO 2002	2008			2009		
		RS non pericolosi (MUD+Stime)	RS pericolosi	Totale	RS non pericolosi (MUD+Stime)	RS pericolosi	Totale
tonnellate							
Agricoltura e pesca	01	410.035	10.342	420.377	418.435	11.941	430.376
	02	17.340	177	17.517	8.327	101	8.428
	05	1.110	150	1.260	2.170	161	2.331
Industria estrattiva	10	8.320	144	8.464	23.502	72	23.574
	11	280.052	62.496	342.548	227.547	49.959	277.506
	12	604	4	608	228	5	233
	13	6.151	190	6.341	6.734	590	7.324
	14	588.908	4.026	592.934	540.256	5.820	546.076
Industria alimentare	15	8.758.951	10.033	8.768.984	8.330.933	10.746	8.341.679
Industria tabacco	16	9.349	69	9.418	9.174	61	9.235
Industria tessile	17	523.084	31.653	554.737	444.634	27.979	472.613
Confezioni vestiario; preparazione e tintura pellicce	18	203.990	1.212	205.202	161.137	544	161.681
Industria conciaria	19	600.483	7.572	608.055	521.062	6.476	527.538
Industria legno, carta e stampa	20	1.448.657	14.976	1.463.633	1.194.029	15.468	1.209.497
	21	1.649.636	12.410	1.662.046	1.442.720	46.055	1.488.775
	22	664.779	37.741	702.520	539.239	47.222	586.461
Raffinerie petrolio, fabbricazione coke	23	155.452	2.240.161	2.395.613	134.448	2.470.664	2.605.112
Industria chimica	24	3.742.121	1.914.337	5.656.458	2.937.311	1.353.868	4.291.179
Industria gomma e materie plastiche	25	770.465	81.959	852.424	891.734	65.231	956.965
Industria minerali non metalliferi	26	4.127.604	52.282	4.179.886	3.292.495	44.069	3.336.564
Produzione metalli e leghe	27	8.087.345	800.098	8.887.443	5.775.016	718.261	6.493.277
Fabbricaz. e lavoraz. prodotti metallici, escluse macchine ed impianti	28	3.643.430	388.128	4.031.558	2.632.008	283.464	2.915.472
Fabbricazione apparecchi elettrici, meccanici ed elettronici	29	931.078	168.372	1.099.450	632.018	125.332	757.350
	30	65.546	523	66.069	8.919	434	9.353
	31	193.533	70.272	263.805	164.821	39.864	204.685
	32	50.098	9.655	59.753	25.362	5.100	30.462
	33	48.776	27.714	76.490	40.206	24.385	64.591
Fabbricazione mezzi di trasporto	34	573.567	106.231	679.798	480.492	82.171	562.663
	35	206.524	59.620	266.144	245.989	54.114	300.103

Attività Economica	Codice ATECO 2002	2008			2009		
		RS non pericolosi (MUD+Stime)	RS pericolosi	Totale	RS non pericolosi (MUD+Stime)	RS pericolosi	Totale
tonnellate							
Altre industrie manifatturiere	36	617.955	38.830	656.785	538.346	26.466	564.812
Produzione energia elettrica, acqua e gas	40	2.952.157	193.454	3.145.611	2.763.677	165.162	2.928.839
	41	786.793	10.439	797.232	757.705	14.441	772.146
Costruzioni	45	63.680.028	342.312	64.022.340	58.828.670	344.652	59.173.322
	50	370.112	1.684.980	2.055.092	431.033	1.857.472	2.288.505
Commercio, riparazioni e altri servizi	51	1.734.121	150.920	1.885.041	1.688.165	153.348	1.841.513
	52	163.444	33.218	196.662	191.459	32.987	224.446
	55	97.719	408	98.127	84.818	467	85.285
Trasporti e comunicazione	60	558.340	80.674	639.014	450.005	95.713	545.718
	61	2.458	33.069	35.527	2.205	25.954	28.159
	62	1.581	362	1.943	3.000	404	3.404
	63	208.721	44.616	253.337	165.949	39.571	205.520
	64	17.989	8.886	26.875	17.719	9.692	27.411
Intermediazione finanziaria, assicurazioni ed altre attività professionali	65	19.592	1.386	20.978	5.733	1.067	6.800
	66	975	29	1.004	615	331	946
	67	117	167	284	669	215	884
	70	50.226	8.230	58.456	61.645	41.303	102.948
	71	5.750	2.018	7.768	9.722	4.923	14.645
	72	4.865	512	5.377	3.942	627	4.569
	73	7.016	16.610	23.626	8.289	4.771	13.060
74	281.532	54.389	335.921	278.639	56.046	334.685	
Pubblica amministrazione, istruzione e sanità	75	326.104	38.452	364.556	481.314	53.978	535.292
	80	1.729	2.577	4.306	2.004	4.254	6.258
	85	47.356	148.854	196.210	58.672	167.054	225.726
Trattamento rifiuti e depurazione acque di scarico	37	3.787.477	222.959	4.010.436	4.575.133	265.494	4.840.627
	90	13.583.228	2.017.863	15.601.091	15.378.375	1.425.726	16.804.101
Altre attività di pubblico servizio	91	9.449	475	9.924	7.898	605	8.503
	92	40.460	692	41.152	24.136	650	24.786
	93	89.330	30.248	119.578	54.400	15.711	70.111
	95	175	4	179	14	3	17
	99	4.216	150	4.366	1.813	85	1.898
ISTAT Non Determinato		65.559	10.925	76.484	180.749	15.313	196.062
CER NON determinato				6.992			3.461
TOTALE		127.283.562	11.291.255	138.581.809	118.187.459	10.314.642	128.505.562

Figura 3.9 Analisi produzione in tonnellate di RS non pericolosi, RS pericolosi e Totale nel periodo 2008-2009 secondo la classificazione delle attività economiche ATECO 2002
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

Entrando nello specifico delle attività manifatturiere, si può osservare dai dati proposti dalla tabella di Fig. 3.9 e dal grafico relativo alle percentuali del settore manifatturiero di Fig. 3.10 come le **tre principali attività economiche** produttrici di rifiuti speciali siano state nel 2009:

- **Industria metallurgica:** 26,2% del totale, con una produzione di 9.408.749 tonnellate di RS pericolosi e non pericolosi
- **Industria alimentare, delle bevande e del tabacco:** 23,3%, con una produzione di 8.350.914 t di RS pericolosi e non pericolosi
- **Industria chimica, gomma e materie plastiche:** 21,9%, con una produzione di 5.248.144 t di RS pericolosi e non pericolosi

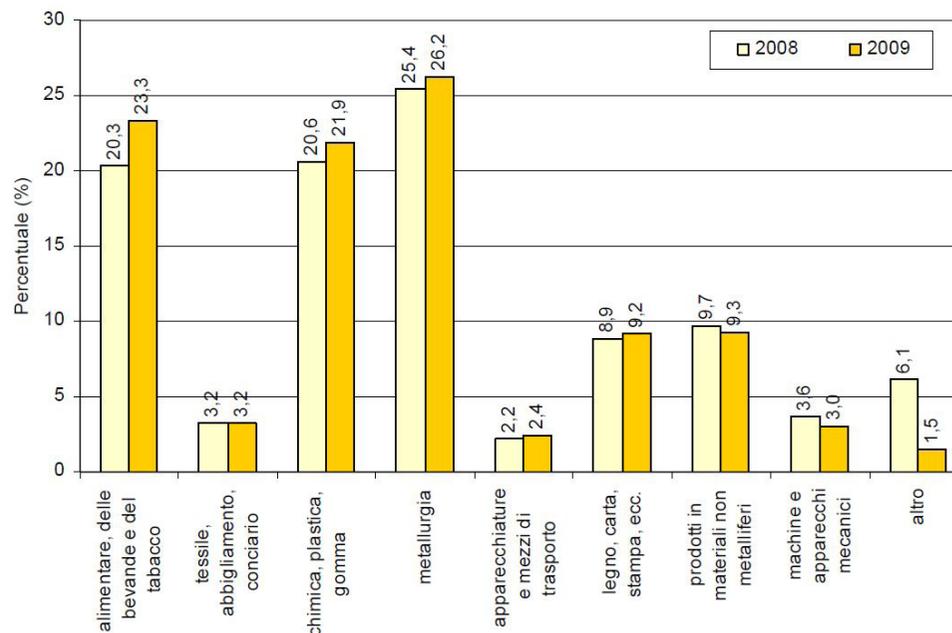
Nella tabella di Fig. 3.11 sono invece riportati i quantitativi di rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi prodotti nel biennio 2008-2009 relativi alla catalogazione del Codice Europeo dei Rifiuti **CER** presentato in precedenza.

Si può osservare che in base alla distinzione CER, senza troppe divergenze rispetto alla lettura offerta dal grafico di Fig. 3.8, le categorie più impattanti a livello nazionale sono:

- *17 RIFIUTI DELLE OPERAZIONI DI COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE (COMPRESO IL TERRENO PROVENIENTE DA SITI CONTAMINATI)*, con una produzione quantitativa pari a 62.540.214 t nel 2008 e 57.486.184 t nel 2009, corrispondente a quasi il 45% del totale
- *19 RIFIUTI PRODOTTI DA IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI, IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE FUORI SITO, NONCHÉ DALLA POTABILIZZAZIONE DELL'ACQUA E DALLA SUA PREPARAZIONE PER USO INDUSTRIALE*, con una produzione quantitativa pari a 25.097.938 t nel 2008 e 25.690.007 t nel 2009, corrispondenti a circa il 20% del totale
- *10 RIFIUTI PROVENIENTI DA PROCESSI TERMICI*, con una produzione quantitativa pari a 11.347.543 t nel 2008 e 9.087.982 t nel 2009, corrispondente al 7,1% del totale. Quest'ultima voce, di non immediata comprensibilità, è opportuno ribadire che riguarda i rifiuti speciali prodotti da centrali termiche, dall'industria metallurgica e dall'industria del vetro, della ceramica e del cemento, come riportato dettagliatamente nell'allegato I del Dlgs 152/06.

Passando ad analizzare la situazione relativa alla produzione di rifiuti speciali per macroaree geografiche regionali, si può osservare che dalle analisi MUD e dalle stime ISPRA relative al biennio 2008-2009 [Fig. 3.12], il Nord Italia è l'area di maggiore produzione di rifiuti speciali, come del resto è intuibile date

Figura 3.10 Ripartizione percentuale della produzione di RS del settore manifatturiero, 2008-2009
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011



Codice CER	Anno 2008			Anno 2009		
	RS non pericolosi MUD+Stime	RS Pericolosi	Totale	RS non pericolosi MUD+Stime	RS Pericolosi	Totale
	tonnellate					
01	3.799.187	29.576	3.828.763	3.483.844	40.730	3.524.574
02	8.608.786	135	8.608.921	8.163.793	359	8.164.152
03	2.667.032	9.952	2.676.984	2.239.076	6.382	2.245.458
04	864.600	395	864.995	683.659	437	684.096
05	42.243	94.048	136.291	35.683	95.731	131.414
06	705.365	105.867	811.232	923.755	133.903	1.057.658
07	573.872	888.032	1.461.904	420.765	796.293	1.217.058
08	720.704	65.448	786.152	691.356	69.624	760.980
09	261.091	35.683	296.774	2.064	33.599	35.663
10	10.784.385	563.158	11.347.543	8.628.603	459.379	9.087.982
11	396.888	333.219	730.107	129.852	284.916	414.768
12	4.976.770	514.841	5.491.611	3.889.173	447.258	4.336.431
13	-	589.827	589.827	-	519.498	519.498
14	-	44.241	44.241	-	44.017	44.017
15	4.683.655	116.877	4.800.532	4.239.134	106.496	4.345.630
16	3.110.255	1.953.284*	5.063.539	3.567.394	2.104.835*	5.672.229
17	61.720.058	820.156	62.540.214	56.680.750	805.434	57.486.184
18	8.420	160.646	169.066	17.577	173.013	190.590
19	20.146.804	4.951.134	25.097.938	21.523.876	4.166.131	25.690.007
20	3.147.888	3.811	3.151.699	2.686.356	11.294	2.697.650
Totale CER	127.218.003	11.280.330	138.498.333	118.006.710	10.299.329	128.306.039
CER nd	-	-	6.992	-	-	3.461
ISTAT nd	65.559	10.925	76.484	180.749	15.313	196.062
Totale RS	127.283.562	11.291.255	138.581.809	118.187.459	10.314.642	128.505.562

Figura 3.11 Produzione di rifiuti speciali relativi ai codici di catalogazione CER relativi al periodo 2008-2009

Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

le dimensioni territoriali e soprattutto la rete produttiva e distributiva relativa alle imprese attive sul territorio. È interessante a mio parere sottolineare come lo scenario della produzione di rifiuti speciali sia dominato in tutte le aree dalle attività di demolizione e costruzione. È inoltre utile ribadire come l'andamento del PIL anche a livello regionale sia direttamente proporzionale alla produzione dei rifiuti speciali, come evidenziato dal grafico di Fig. 3.13.

La distribuzione rispetto alle tre macroaree geografiche nazionali può essere sintetizzabile così:

- Il **Nord** ha prodotto nel 2009 74.928.270 t di rifiuti speciali, pari a circa il 58,3% sul totale nazionale, subendo comunque una diminuzione rispetto al 2008 in cui si era registrata la cifra di 85.000.993 t, per un calo in un anno dunque dell'11,9%
- Il **Sud** ha prodotto invece quantitativi di rifiuti speciali nel 2009 pari a 28.933.527 t, sempre in diminuzione rispetto al dato del 2008 di 30.190.910 t (un calo produttivo dunque del 4,2%)
- Il **Centro** invece, seppure costituisca la minore realtà produttiva italiana in termini di rifiuti speciali, con un quantitativo pari nel 2009 a 24.643.765 t, ha subito rispetto all'anno precedente, in cui aveva prodotto rifiuti speciali per 23.389.906 t, un aumento percentuale del 5,4%, facendo dunque registrare un fenomeno in controtendenza rispetto al resto del paese

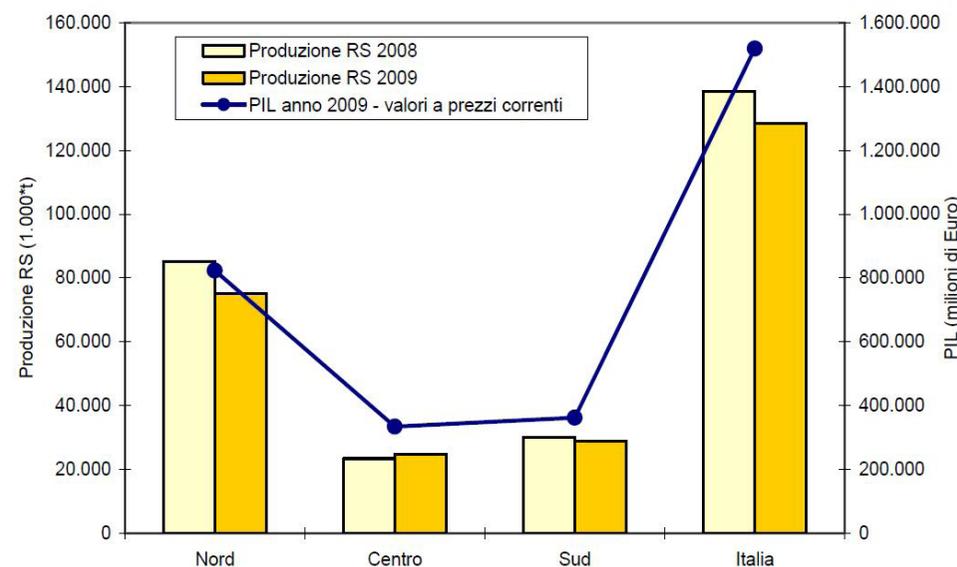
Come si può osservare dal grafico di Fig. 3.14, la *Lombardia* è la regione che produce il più alto quantitativo di rifiuti speciali tra tutte le regioni d'Italia, costituendo da sola con 22.614.348 t per quanto riguarda il **Nord** il 30,2% della produzione totale di RS. Seguono in successione il *Veneto* con 18.062.704 t, pari al 24,1% del totale della macroarea geografica, l'*Emilia Romagna* con 12.265.238 t e il *Piemonte* con 10.250.235 t.

Per quanto riguarda il **Centro** invece, è possibile riscontrare nei dati regionali l'aumento del 5,4% di cui si parlava prima nella produzione di rifiuti speciali dal 2008 al 2009. Si può infatti vedere come la *Toscana* sia passata dalle 10.607.236 t di RS prodotti nel 2008 alle 11.103.157 t del 2009 (una produzione di RS maggiore del Piemonte e che costituisce il 45,1% del totale del Centro Italia), il *Lazio* sia passato dalle 7.309.994 t prodotte nel 2008 alle 8.031.220 t del 2009 (32,6% del totale del Centro Italia), le *Marche* siano passate dalle 2.960.768 t del 2008 alle 3.069.136 t del 2009, mentre l'*Umbria* abbia riportato sostanzialmente una invariazione nella produzione di rifiuti speciali, passando

Tipologia rifiuto	Nord		Centro		Sud		Italia	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
RS NP (MUD)	34.983.860	32.451.849	9.360.993	9.627.646	11.977.545	10.557.734	56.322.398	52.637.229
RS NP esclusi i rifiuti da C&D (integrazioni stime)	5.487.377	5.149.531	1.344.384	1.309.409	2.343.786	2.229.791	9.175.547	8.688.731
RS non pericolosi da C&D (stime)	39.026.461	32.358.619	11.620.604	12.327.404	11.072.993	11.994.727	61.720.058	56.680.750
RS non pericolosi con attività ISTAT non determinata	21.790	8.060	13.910	148.986	29.859	23.703	65.559	180.749
Totale RS NP	79.519.488	69.968.059	22.339.891	23.413.445	25.424.183	24.805.955	127.283.562	118.187.459
RS pericolosi (MUD)	4.959.556	4.233.827	799.784	879.388	4.291.069	3.575.977	10.050.409	8.689.192
Veicoli fuori uso radiati per demolizione (stime)	518.461	726.335	246.432	340.473	465.028	543.329	1.229.921	1.610.137
RS pericolosi con attività ISTAT non determinata	1.554	45	3.645	10.389	5.726	4.879	10.925	15.313
Totale RS P	5.479.571	4.960.207	1.049.861	1.230.250	4.761.823	4.124.185	11.291.255	10.314.642
RS con CER non determinato	1.934	4	154	70	4.904	3.387	6.992	3.461
Totale RS	85.000.993	74.928.270	23.389.906	24.643.765	30.190.910	28.933.527	138.581.809	128.505.562

Figura 3.12 Produzione di RS per macroarea geografica nel periodo 2008-2009
Fonte: ISPRA

Figura 3.13 Produzione di RS per macroarea geografica e PIL nel periodo 2008-2009
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011



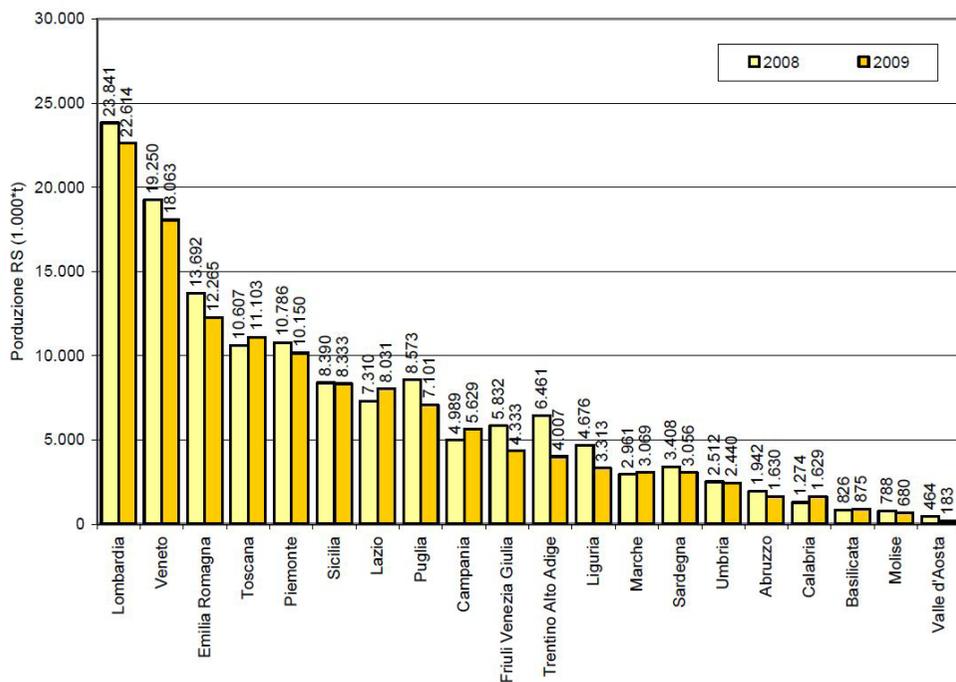


Figura 3.14 Produzione di RS suddivisa per regioni nel periodo 2008-2009
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

dalle 2.511.909 t del 2008 alle 2.440.252 t prodotte nel 2009.

La *Sicilia*, la *Puglia* e la *Campania* sono invece le maggiori produttrici nel 2009 di rifiuti speciali per quanto riguarda il **Sud**, con una produzione rispettivamente di 8.332.692 t per quanto riguarda la Sicilia (pari al 28,8% del totale del Sud), 7.100.896 t per la Puglia e 5.629.100 t per la Campania.

È importante ribadire il fatto che oltre a fattori di tipo economico legati a una maggiore/minore produzione e distribuzione di beni da parte delle imprese che vanno a influire direttamente sul PIL a livello regionale o nazionale, una riduzione o un aumento della produzione di rifiuti speciali è legata anche ad un investimento più o meno corretto in politiche volte alla *salvaguardia ambientale* e a un'impostazione più efficiente dei sistemi di prevenzione.

La tabella di Fig. 3.15 riporta la produzione e la ripartizione percentuale a livello quantitativo dei rifiuti speciali nelle tre macroaree geografiche italiane, secondo

una suddivisione per attività economica raggruppate in **otto tipologie**:

- *Attività di costruzione e demolizione*
- *Industria chimica*
- *Industria metallurgica e della lavorazione dei metalli*
- *Industria alimentare*
- *Altre attività manifatturiere*
- *Attività di trattamento rifiuti e di depurazione delle acque reflue*
- *Attività di servizio, commercio, trasporto, fornitura di energia elettrica, gas e acqua*
- *Altre attività*

Come spiega la tabella, la suddivisione tiene conto della produzione e della percentuale dei rifiuti speciali pericolosi, non pericolosi e del loro totale in base alle otto categorie sopra citate. Dalla tabella si riesce ad ottenere un quadro esaustivo relativo anche alla struttura e al tessuto produttivo delle macroaree, ribadendo nuovamente che le attività di demolizione e costruzione costituiscono la principale causa dei rifiuti speciali (rispettivamente il 45,3% del totale al Nord, il 53,6% al Centro e il 42% al Sud). L'interpretazione dei dati fa emergere alcune considerazioni interessanti, come ad esempio che il Sud Italia è caratterizzato da una produzione di rifiuti speciali provenienti dall'industria chimica molto maggiore di quella delle altre due macroaree, con una percentuale legata a quest'attività del 15,4% sul totale nazionale, di cui il 69,3% riguarda rifiuti speciali pericolosi.

Scendendo più nel dettaglio, come riportato nella tabella di Fig. 3.16 e nel grafico di Fig. 3.17, si possono osservare sia a livello quantitativo sia a livello di ripartizione percentuale dati sulle attività economiche delle singole regioni: si può vedere come siano molto poche le regioni (precisamente Emilia Romagna, Molise, Sardegna e Basilicata) che producono meno del 30% dei loro rifiuti speciali dalle **attività di demolizione e costruzione**, oppure come percentuali ingenti di alcune classi di rifiuti speciali derivate da specifiche attività economiche siano peculiari di determinate zone geografiche, come può essere per i RS derivati dall'industria chimica nel caso della Sicilia (2.736.057 t, il 32,9% del totale regionale) e della Sardegna (958.495 t, il 31,4% del totale regionale). Altri bacini rilevanti per la produzione di rifiuti speciali derivati dall'**industria chimica** sono la Lombardia (1.016.497 t), il Veneto (616.784 t) e la Toscana (591.086 t).

Le regioni che generano più rifiuti speciali in percentuale dalle *attività di trat-*

Tipologia rifiuto	Attività produttiva	Nord		Centro		Sud		Italia
		Produzione (t)	Percentuale (%)	Produzione (t)	Percentuale (%)	Produzione (t)	Percentuale (%)	Produzione (t)
RS non pericolosi	attività di costruzione e demolizione	33.642.414	48,1	13.080.518	56,2	12.105.738	48,8	58.828.670
	industria chimica	1.447.800	2,1	921.933	4,0	1.593.760	6,4	3.963.493
	industria metallurgica	6.037.129	8,6	1.092.798	4,7	1.277.097	5,2	8.407.024
	industria alimentare	5.029.861	7,2	986.955	4,2	2.314.117	9,3	8.330.933
	altre attività manifatturiere	6.571.607	9,4	1.951.231	8,4	1.217.805	4,9	9.740.643
	trattamento rifiuti	12.800.786	18,3	3.505.238	15,1	3.647.484	14,7	19.953.508
	attività di servizio	3.574.789	5,1	1.265.893	5,4	2.172.568	8,8	7.013.250
	altro	855.613	1,2	459.893	2,0	453.683	1,9	1.769.189
	totale RS NP	69.959.999	100	23.264.459	100	24.782.252	100	118.006.710
RS pericolosi	attività di costruzione e demolizione	262.913	5,3	49.526	4,1	32.213	0,8	344.652
	industria chimica	866.216	17,5	166.904	13,7	2.856.643	69,3	3.889.763
	industria metallurgica	717.851	14,5	110.921	9,1	172.953	4,2	1.001.725
	industria alimentare	7.463	0,2	880	0,1	2.403	0,1	10.746
	altre attività manifatturiere	417.525	8,4	57.715	4,7	70.500	1,7	545.740
	trattamento rifiuti	1.244.977	25,1	283.463	23,2	162.780	4,0	1.691.220
	attività di servizio	1.293.684	26,1	510.523	41,9	717.341	17,4	2.521.548
	altro	149.533	2,9	39.929	3,2	104.473	2,5	293.935
	totale RS P	4.960.162	100	1.219.861	100	4.119.306	100	10.299.329
RS pericolosi e non pericolosi	attività di costruzione e demolizione	33.905.327	45,3	13.130.044	53,6	12.137.951	42,0	59.173.322
	industria chimica	2.314.016	3,1	1.088.837	4,4	4.450.403	15,4	7.853.256
	industria metallurgica	6.754.980	9,0	1.203.719	4,9	1.450.050	5,0	9.408.749
	industria alimentare	5.037.324	6,7	987.835	4,0	2.316.520	8,0	8.341.679
	altre attività manifatturiere	6.989.132	9,3	2.008.946	8,2	1.288.305	4,5	10.286.383
	trattamento rifiuti	14.045.763	18,7	3.788.701	15,5	3.810.264	13,2	21.644.728
	attività di servizio	4.868.473	6,5	1.776.416	7,3	2.889.909	10,0	9.534.798
	altro	1.005.146	1,4	499.822	2,1	558.156	1,9	2.063.124
	totale	74.920.161	100	24.484.320	100	28.901.558	100	128.306.039
RS CER nd	4		70		3.387		3.461	
RS ISTAT nd	8.105		159.375		28.582		196.062	
Totale	74.928.270		24.643.765		28.933.527		128.505.562	

Figura 3.15 Produzione quantitativa e percentuale dei RS per attività economica per macroaree geografiche 2009
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

Regione	Attività di costruzione e demolizione	Industria chimica	Industria metallurgica	Industria alimentare	Altre attività manifatturiere	Trattamento rifiuti	Attività di servizio	Altro	Totale RS
	(tonnellate)								
Piemonte	4.795.021	278.317	712.009	632.813	830.975	2.219.052	587.073	94.975	10.150.235
Valle d'Aosta	87.352	2.510	58.470	10.238	3.281	11.382	8.816	847	182.896
Lombardia	9.999.364	1.016.497	3.509.043	1.296.337	1.840.442	3.446.122	1.332.556	173.981	22.614.342
Trentino Alto Adige	2.738.985	54.530	117.329	157.010	140.270	454.990	120.318	223.294	4.006.726
Veneto	8.589.969	616.784	1.355.810	996.760	2.000.208	3.124.903	1.218.097	160.173	18.062.704
Friuli Venezia Giulia	2.402.931	73.392	462.091	86.900	550.609	440.769	243.026	65.171	4.324.889
Liguria	2.068.295	22.909	50.142	40.537	121.431	511.618	467.502	30.697	3.313.131
Emilia Romagna	3.223.410	249.077	490.086	1.816.729	1.501.916	3.836.927	891.085	256.008	12.265.238
Nord	33.905.327	2.314.016	6.754.980	5.037.324	6.989.132	14.045.763	4.868.473	1.005.146	74.920.161
Toscana	5.707.853	591.086	466.087	304.729	1.023.291	2.183.898	498.539	186.303	10.961.786
Umbria	1.146.869	27.763	486.669	120.678	175.925	269.086	131.793	81.469	2.440.252
Marche	1.075.142	279.158	141.912	315.185	447.141	500.377	203.442	99.515	3.061.872
Lazio	5.200.180	190.830	109.051	247.243	362.589	835.340	942.642	132.535	8.020.410
Centro	13.130.044	1.088.837	1.203.719	987.835	2.008.946	3.788.701	1.776.416	499.822	24.484.320
Abruzzo	744.557	26.690	112.615	192.437	147.078	203.033	119.014	84.294	1.629.718
Molise	154.663	23.376	7.221	304.313	44.222	90.783	44.997	10.052	679.627
Campania	2.654.435	81.854	240.167	832.608	358.641	1.022.048	350.376	85.232	5.625.361
Puglia	2.907.867	450.014	680.654	391.592	344.374	929.933	1.279.116	110.977	7.094.527
Basilicata	245.439	16.200	96.153	64.855	88.661	240.794	55.044	61.961	869.107
Calabria	658.030	157.717	36.259	126.291	54.491	427.025	105.474	56.390	1.621.677
Sicilia	4.076.198	2.736.057	122.207	254.638	191.549	528.998	331.890	84.179	8.325.716
Sardegna	696.762	958.495	154.774	149.786	59.289	367.650	603.998	65.071	3.055.825
Sud	12.137.951	4.450.403	1.450.050	2.316.520	1.288.305	3.810.264	2.889.909	558.156	28.901.558
Italia	59.173.322	7.853.256	9.408.749	8.341.679	10.286.383	21.644.728	9.534.798	2.063.124	128.306.039
RS attività ISTAT non determinata									196.062
RS CER non determinato									3.461
Totale RS									128.505.562

Figura 3.16 Produzione quantitativa di RS per attività economica su scala regionale 2009
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

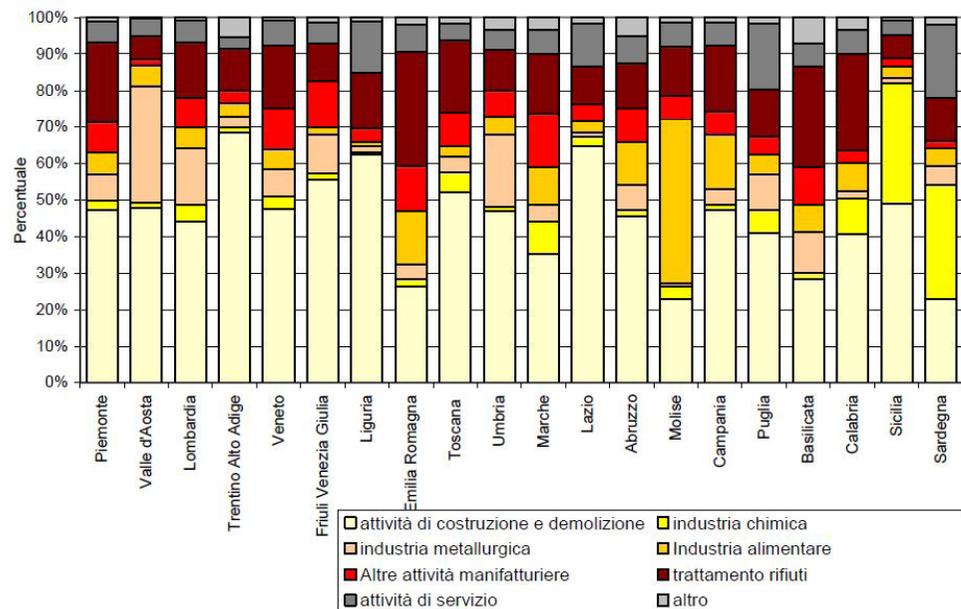


Figura 3.17 Ripartizione percentuale della produzione di RS per attività economiche su scala regionale 2009

Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

tamento dei rifiuti sono l'Emilia Romagna con oltre il 30% (3.836.927 t di RS prodotti), la Basilicata e la Calabria con circa il 25% (rispettivamente 240.794 t e 427.025 t) e il Veneto, la Toscana e il Piemonte con circa il 20% (rispettivamente 3.124.903 t, 2.183.898 t e 2.219.052 t), tutte ovviamente sul totale delle rispettive produzioni di rifiuti speciali.

La lettura combinata delle Fig. 3.16 e 3.17 è utile, oltre a far vedere la strutturazione delle attività economiche delle singole regioni, anche per capire l'entità dell'impatto in massa di una regione per singola voce. Il 30% dei rifiuti provenienti dalle attività di trattamento rifiuti dell'Emilia Romagna è ben distante a livello di massa di rifiuti prodotta dal 25% della Basilicata.

Un'altra attività economica molto importante in Italia è quella relativa al **settore metallurgico**. La produzione di rifiuti speciali derivati da questa voce vede come attori principali per il Nord la Lombardia con 3.509.053 t (corrispondente a circa il 15% del totale della produzione regionale) e il Veneto con 1.355.810 t (meno del 10% sul totale regionale), per il Centro l'Umbria con 486.669 t (il

20% dei rifiuti speciali regionali) e la Toscana con 466.087 t (meno del 10%), mentre per il Sud la Puglia con 680.654 t (pari al 10% del totale regionale). È immediato per i rifiuti speciali del settore metallurgico il collegamento ai vari bacini delle acciaierie [Fig. 3.18] distribuiti sul territorio nazionale.

Per quanto riguarda i rifiuti speciali derivati dalle altre **attività manifatturiere** (artigianato, industria di gomma, plastica, carta, legno, pelli, ecc.), si può osservare che i maggiori produttori in Italia sono l'Emilia Romagna con 3.836.927 t, il Veneto con 2.000.208 t, la Lombardia con 1.840.442 t, e la Toscana con 1.023.291 t. Per tutte queste regioni la percentuale sul totale dei rifiuti speciali prodotti derivata da questa attività economica si aggira intorno al 10%.

Figura 3.18 Esempio di industria siderurgica

Fonte: <http://www.nskeurope.it>



Il rapporto ISPRA 2011, dopo la presentazione di dati quantitativi sulla produzione di rifiuti speciali, propone un'analisi dettagliata delle **modalità di gestione** dei rifiuti speciali in Italia.

Stando all'analisi delle dichiarazioni MUD, nel 2009 sono stati gestiti in Italia 135.028.087 tonnellate di rifiuti speciali, di cui 125,5 milioni (il 93%) costituiti da rifiuti speciali non pericolosi, mentre i rimanenti 9,5 milioni (il 7%) sono stati rifiuti speciali pericolosi. Al fine di analizzare con fluidità grafici e tabelle inerenti alla gestione dei rifiuti del Rapporto ISPRA 2011, si riportano nuovamente gli allegati B e C al Dlgs 152/06 relativi alle operazioni di **smaltimento** e di **recupero**.

OPERAZIONI DI SMALTIMENTO, ALLEGATO B, D.lgs 152/06

Il presente allegato intende elencare le operazioni di smaltimento come avvengono nella pratica. I rifiuti devono essere smaltiti senza pericolo per la salute dell'uomo e senza usare procedimenti o metodi che possono recare pregiudizio all'ambiente:

D1: Deposito sul o nel suolo (a esempio discarica)

D2: Trattamento in ambiente terrestre (a esempio biodegradazione di rifiuti liquidi o fanghi nei suoli)

D3: Iniezioni in profondità (a esempio iniezioni dei rifiuti pompabili in pozzi. In cupole saline o faglie geologiche naturali)

D4: Lagunaggio (a esempio scarico di rifiuti liquidi o di fanghi in pozzi, stagni o lagune, ecc.)

D5: Messa in discarica specialmente allestita (a esempio sistematizzazione in alveoli stagni separati, ricoperti o isolati gli uni dagli altri e dall'ambiente)

D6: Scarico dei rifiuti solidi nell'ambiente idrico eccetto l'immersione

D7: Immersione, compreso il seppellimento nel sottosuolo marino

D8: Trattamento biologico non specificato altrove nel presente allegato, che dia origine a composti o a miscugli che vengono eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12

D9: Trattamento fisico-chimico non specificato altrove nel presente allegato che dia origine a composti o a miscugli eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12 (a esempio evaporazione, essiccazione, calcinazione, ecc.)

D10: Incenerimento a terra

D11: Incenerimento in mare

D12: Deposito permanente (a esempio sistemazione di contenitori in una minie-

ra, ecc.)

D13: Raggruppamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D12

D14: Ricondizionamento preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D13

D15: Deposito preliminare prima di una delle operazioni di cui ai punti da D1 a D14 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti)

OPERAZIONI DI RECUPERO, ALLEGATO C, D.lgs 152/06

Il presente allegato intende elencare le operazioni di recupero come avvengono nella pratica. I rifiuti devono essere recuperati senza pericolo per la salute dell'uomo e senza usare procedimenti o metodi che possono recare pregiudizio all'ambiente:

R1: utilizzazione principale come combustibile o altro mezzo per produrre energia

R2: rigenerazione/recupero di solventi

R3: riciclo/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche)

R4: riciclo/recupero dei metalli o dei composti metallici

R5: riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche

R6: rigenerazione degli acidi o delle basi

R7: recupero dei prodotti che servono a captare gli inquinanti

R8: recupero dei prodotti provenienti dai catalizzatori

R9: rigenerazione o altri reimpieghi degli oli

R10: spandimento sul suolo a beneficio dell'agricoltura

R11: utilizzazione di rifiuti ottenuti da una delle operazioni indicate da R1 a R10

R12: scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate da R1 a R11

R13: messa in riserva di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12 (escluso il deposito temporaneo, prima della raccolta, nel luogo in cui sono prodotti)

Il grafico di Fig. 3.19 mostra la ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti speciali relativa al 2009. Si può osservare come la modalità di trattamento preponderante sia costituita per il **57,5%** dalle attività di **recupero di materia** corrispondenti alle voci R3, R4 e R5. Subito dopo compaiono le altre operazioni di **smaltimento** (D8, D9 e D14) con il **15,6%** e lo **smaltimento in discarica** (D1) con il **9,6%**. Il grafico tiene in considerazione anche il 13,7% delle attività legate allo stoccaggio e alla messa in riserva (D13, D15, R12, R13). Quest'ulti-

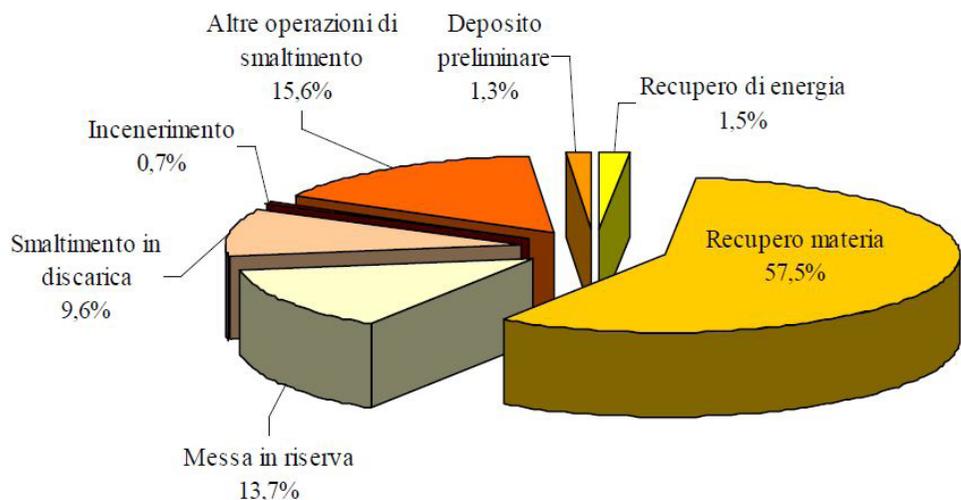
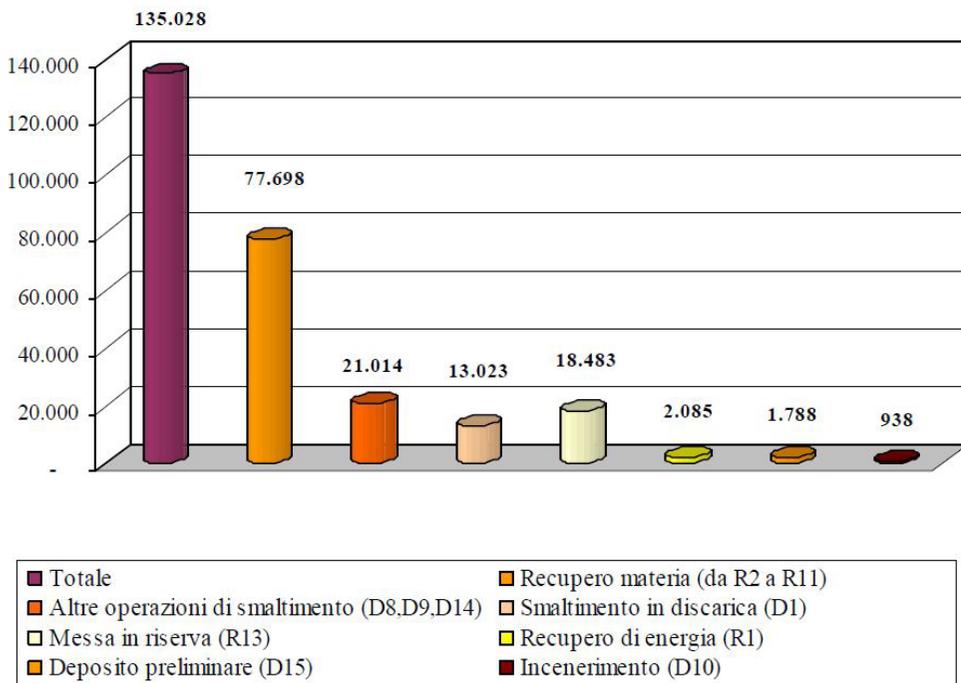


Figura 3.19 Ripartizione percentuale della gestione dei rifiuti speciali su scala nazionale 2009
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

Figura 3.20 Quantità di RS per modalità di gestione (x1000 t), 2009
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011



ma tipologia di operazioni però consiste in una fase temporanea di deposito del rifiuto prima che esso subisca lo smistamento finale verso le attività di recupero o smaltimento, per cui non può essere considerata al pari delle altre voci. L'istogramma di Fig. 3.20 presenta le quantità di rifiuti speciali prodotti nel 2009 suddivisi secondo la **modalità di gestione applicata**. Si può vedere come le attività di recupero (che secondo l'Allegato C comprendono sia il recupero di materia che di energia) coinvolgano 79,783 milioni di tonnellate di materiale. Le operazioni di smaltimento in discarica o in altra sede (D1, D8, D9 e D14) riguardano invece 34,037 milioni di tonnellate di rifiuti speciali, mentre quelle di stoccaggio e di messa in riserva 20,271 milioni di tonnellate. La quantità destinata all'incenerimento (D10) presenta il dato più basso con 938.000 t.

Le Fig. 3.21 e 3.22 offrono un quadro esplicativo della frazione di rifiuti speciali destinata a recupero e a smaltimento nel biennio 2008-2009 sulla base di una ripartizione per **macroaree geografiche**. Si può osservare immediatamente come le *operazioni di recupero* abbiano subito un incremento in questo periodo, passando da 62.614.000 tonnellate a 65.240.000 t (un aumento di oltre 2,5 milioni di t) per quanto riguarda il Nord Italia, da 14.604.000 t a 15.756.000 t per il Centro (un aumento di quasi 1 milione di t), mentre per il Sud si registra

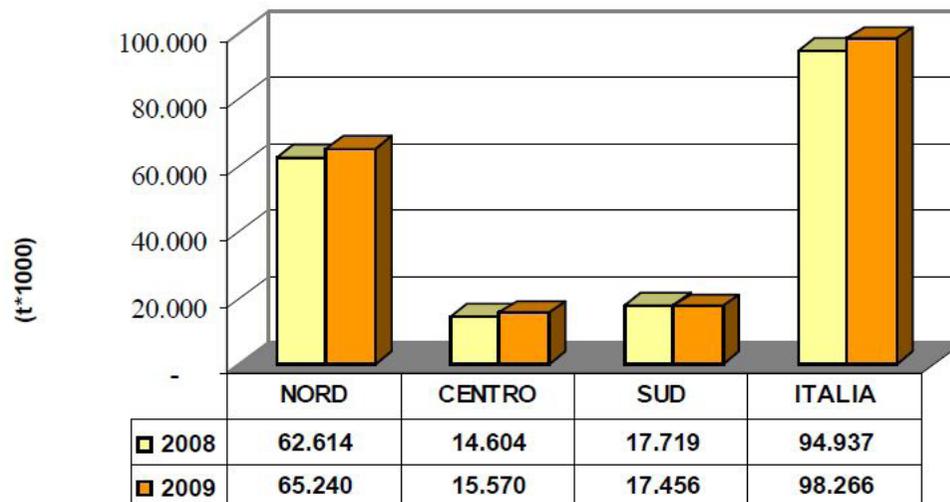


Figura 3.21 Quantità di RS destinati a recupero per macroarea geografica nel periodo 2008-2009
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

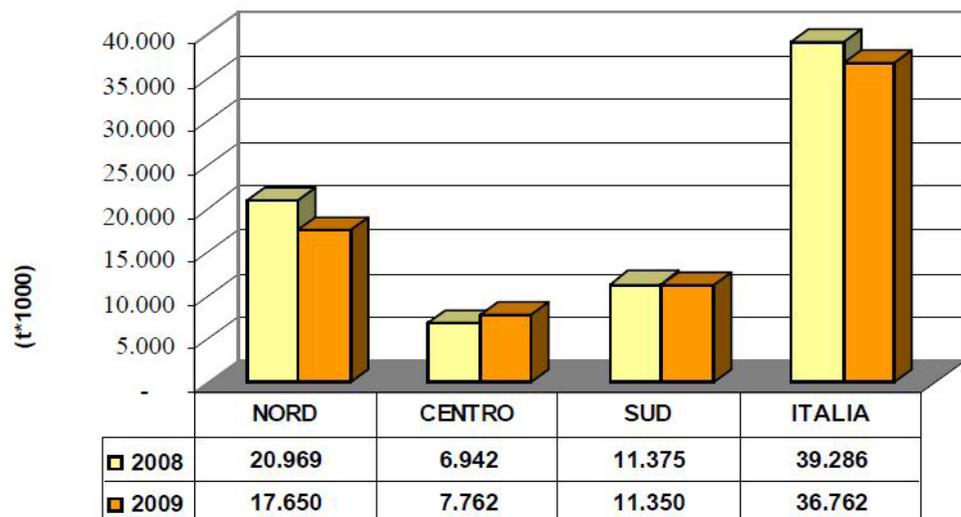


Figura 3.22 Quantità di RS destinati a smaltimento per macroarea geografica nel periodo 2008-2009
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

una lieve flessione negativa di 263.000 t in meno destinate a recupero nel 2009 rispetto all'anno precedente. A livello *nazionale* dunque si può osservare come l'incremento della quantità di rifiuti speciali destinati a recupero di materia ed energia è stato di circa 3.329.000 tonnellate, passando dalle 94.937.000 t del 2008 alle 98.266.000 t del 2009, registrando dunque un aumento del 3,5%.

La frazione destinata a *smaltimento in discarica* o in altro luogo a livello nazionale invece ha subito, al contrario rispetto al caso precedente, una diminuzione di circa il 6,4%, passando dalle 39.286.000 tonnellate del 2008 alle 36.762.000 t del 2009. Questo risultato positivo, che si trova in piena scia rispetto ai decreti legislativi e alle direttive comunitarie presentati in precedenza in materia di trattamento dei rifiuti, è da attribuire quasi interamente al Nord Italia, dove si registra un decremento di oltre 4 milioni di t di rifiuti speciali destinati a smaltimento nel biennio 2008-2009. Il Centro infatti ha subito un aumento della frazione destinata in discarica pari a 820.000 t, mentre per il Sud la situazione è rimasta pressochè invariata rispetto all'anno precedente. In Fig. 3.24 sono riportati i dati relativi alle quantità di rifiuti speciali destinati a recupero di materia o energia o a smaltimento da parte delle singole regioni nel biennio 2008-2009

Come sottolinea il rapporto ISPRA, data la temporaneità delle forme di gestione

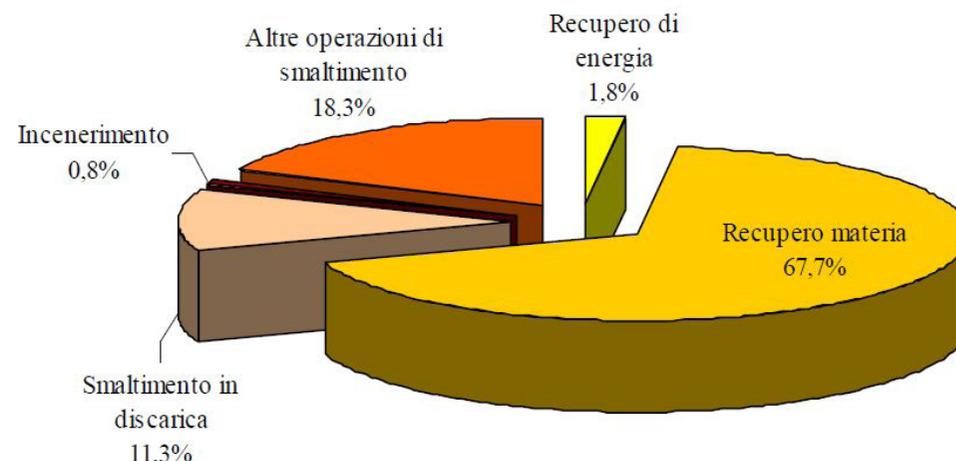


Figura 3.23 Gestione dei rifiuti speciali esclusi gli stoccaggi, 2009
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

come la messa in riserva (R13) e il deposito preliminare (D15), è opportuno valutare la ripartizione del totale delle modalità di gestione dei rifiuti senza considerare queste due ultime. Come si può osservare dalla Fig. 3.23, senza considerare le forme di stoccaggio, la percentuale destinata al recupero di materia ed energia sale al 69,5%. *In particolare, si registra che:*

- il 67,7% dei rifiuti speciali, pari ad un quantitativo di 77,7 milioni di tonnellate, viene avviato ad operazioni di recupero di materia, comprendente le tipologie di recupero descritte dalle operazioni da R2 a R11;
- il 18,3%, oltre 21 milioni di tonnellate di rifiuti, è avviato in impianti di trattamento chimico-fisico o biologico e ricondizionamento preliminare;
- il 11,3% dei rifiuti, pari a 13 milioni di tonnellate, è smaltito in discarica;
- l'1,8%, oltre 2 milioni di tonnellate di rifiuti, viene recuperato energeticamente, sia in impianti dedicati (impianti di recupero di biogas, impianti di valorizzazione di biomasse, gassificatori), sia in impianti produttivi quali cementifici, impianti per la produzione di energia ed altri impianti che utilizzano rifiuti come combustibile in luogo di quelli convenzionali;
- lo 0,8%, 938 mila tonnellate, è avviato all'incenerimento con o senza recu-

Regione	2008							2009						
	da R1 a R11	R12 e R13	Totale recupero	da D1 a D12 e D14	D13 e D15	Totale smaltimento	GESTIONE TOTALE	da R1 a R11	R12 e R13	Totale recupero	da D1 a D12 e D14	D13 e D15	Totale smaltimento	GESTIONE TOTALE
Piemonte	6.136.863	2.379.414	8.516.277	2.038.860	161.008	2.199.868	2.360.876	6.906.219	1.232.591	8.138.810	2.421.799	121.479	2.543.278	10.682.088
Valle D'Aosta	112.249	109.257	221.506	186.004	-	186.004	186.004	32.889	17.833	50.722	107.170	1.555	108.725	159.447
Lombardia	16.830.089	3.153.820	19.983.909	5.793.759	348.084	6.141.843	6.489.927	18.402.369	2.983.629	21.385.998	4.529.829	237.213	4.767.042	26.153.040
Trentino A.A.	3.468.496	694.704	4.163.200	1.408.951	8.254	1.417.205	1.425.459	3.561.098	927.529	4.488.627	1.307.495	9.755	1.317.250	5.805.877
Veneto	11.256.619	1.613.228	12.869.847	4.722.680	628.073	5.350.753	5.978.826	10.819.574	3.463.393	14.282.967	3.934.892	309.248	4.244.140	18.527.107
Friuli V.G.	4.524.728	346.783	4.871.511	283.158	34.743	317.901	352.644	4.395.715	400.906	4.796.621	289.318	34.228	323.546	5.120.167
Liguria	1.629.557	378.988	2.008.545	1.422.909	18.054	1.440.963	1.459.017	2.090.394	362.233	2.452.627	908.142	70.493	978.635	3.431.262
Emilia R.	8.045.121	1.934.200	9.979.321	3.788.108	126.875	3.914.983	4.041.858	7.552.061	2.091.840	9.643.901	3.213.473	153.985	3.367.458	13.011.359
NORD	52.003.722	10.610.394	62.614.116	19.644.429	1.325.091	20.969.520	22.294.611	53.760.319	11.479.954	65.240.273	16.712.118	937.956	17.650.074	82.890.347
Toscana	5.779.479	793.013	6.572.492	2.666.787	86.471	2.753.258	2.839.729	5.974.655	1.153.342	7.127.997	3.197.720	28.049	3.225.769	10.353.766
Umbria	1.580.012	369.777	1.949.789	711.301	6.199	717.500	723.699	1.379.822	554.551	1.934.373	645.007	8.703	653.710	2.588.083
Marche	1.335.811	501.113	1.836.924	1.023.291	63.086	1.086.377	1.149.463	1.203.563	608.655	1.812.218	705.599	71.454	777.053	2.589.271
Lazio	3.293.421	951.023	4.244.444	2.348.694	36.638	2.385.332	2.421.970	3.737.550	957.587	4.695.137	3.002.253	103.555	3.105.808	7.800.945
CENTRO	11.988.723	2.614.926	14.603.649	6.750.073	192.394	6.942.467	7.134.861	12.295.590	3.274.135	15.569.725	7.550.579	211.761	7.762.340	23.332.065
Abruzzo	669.854	372.620	1.042.474	367.253	10.890	378.143	389.033	669.437	450.327	1.119.764	431.438	41.564	473.002	1.592.766
Molise	167.342	102.310	269.652	260.989	706	261.695	262.401	150.185	85.216	235.401	304.019	958	304.977	540.378
Campania	2.423.259	650.097	3.073.356	584.807	82.347	667.154	749.501	3.383.920	678.768	4.062.688	760.455	166.301	926.756	4.989.444
Puglia	5.323.516	1.122.488	6.446.004	1.959.011	338.947	2.297.958	2.636.905	3.891.500	1.048.688	4.940.188	2.945.837	115.660	3.061.497	8.001.685
Basilicata	309.322	110.051	419.373	607.308	8.853	616.161	625.014	354.081	79.321	433.402	572.321	5.261	577.582	1.010.984
Calabria	472.063	134.256	606.319	859.714	36.358	896.072	932.430	789.838	99.271	889.109	1.056.947	138.745	1.195.692	2.084.801
Sicilia	3.607.879	1.004.926	4.612.805	2.292.188	11.110	2.303.298	2.314.408	3.777.930	1.015.449	4.793.379	2.385.558	32.676	2.418.234	7.211.613
Sardegna	1.003.903	245.179	1.249.082	3.781.867	172.579	3.954.446	4.127.025	709.522	272.252	981.774	2.255.242	136.988	2.392.230	3.374.004
SUD	13.977.138	3.741.927	17.719.065	10.713.137	661.790	11.374.927	12.036.717	13.726.413	3.729.292	17.455.705	10.711.817	638.153	11.349.970	28.805.675
ITALIA	77.969.583	16.967.247	94.936.830	37.107.639	2.179.275	39.286.914	134.223.744	79.782.322	18.483.381	98.265.703	34.974.514	1.787.870	36.762.384	135.028.087

Figura 3.24 Quantità di rifiuti speciali destinati a recupero e smaltimento a livello regionale nel biennio 2008-2009

Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

pero di energia.¹⁸

Per concludere la trattazione sulla modalità di gestione dei rifiuti speciali, si va ora ad analizzare a livello quantitativo la **distribuzione** delle diverse attività legate al **recupero** e allo **smaltimento**, in riferimento ai codici degli allegati B e C al Dlgs 152/06 riportati in precedenza.

Si può osservare dal grafico di Fig. 3.25 come dal 2008-2009 le attività di recupero che hanno subito un aumento siano connesse al riciclo/recupero di sostanze organiche (R3, 39% in più rispetto al 2008) e inorganiche (R5, passando da 44.331.000 t a 46.694.000 t, il 5% in più). Tra le sostanze inorganiche sono compresi anche i rifiuti speciali derivati dalle attività di demolizione e costruzione (materiali inerti che vengono frantumati, trattati e reimmessi in circolo per rimodellamenti morfologici, per attività edili, per la formazione del manto stradale, ecc..), che come si è visto in precedenza costituiscono la principale causa di produzione di materiale di rifiuto a livello nazionale: ciò spiega la netta discrepanza in termini di masse e volumi trattati tra questa modalità di gestione e le altre.

Le attività invece legate al recupero dei metalli (R4) hanno subito una diminuzione del 14% rispetto al 2008 (passando da 14.869.000 t a 12.773.000 t, mentre quelle di spandimento sul suolo per il ripristino ambientale (R10) hanno visto una diminuzione percentuale del 17,7% (differenza di circa 1 milione di t rispetto all'anno precedente).

Complessivamente comunque, la massa di rifiuti speciali destinata a recupero ha subito un aumento dalle 94.936.830 t del 2008 alle 98.265.703 t del 2009, un aumento dunque di 3.328.873 t [Fig. 3.24].

Dall'istogramma di Fig. 3.26 si può leggere che le attività legate allo smaltimento vedono invece, al contrario di quelle legate alle attività di recupero, un'importante diminuzione dal 2008 al 2009 sia dei depositi di rifiuti speciali smaltiti sul suolo (D1), passando da 17.159.000 t a 13.023.000 t (pari al 24,1% in meno), sia delle attività di incenerimento a terra (D10), con una flessione di 157.000 t, pari al 14,3% in meno. I rifiuti speciali destinati invece a trattamento biologico e fisico chimico (rispettivamente D8 e D9) hanno subito un incremento complessivo dal 2008 al 2009 di 2.430.000 t, passando da 18.030.000 t a 20.460.000 t. Il totale dei rifiuti speciali a livello nazionale destinati alle attività di smaltimento

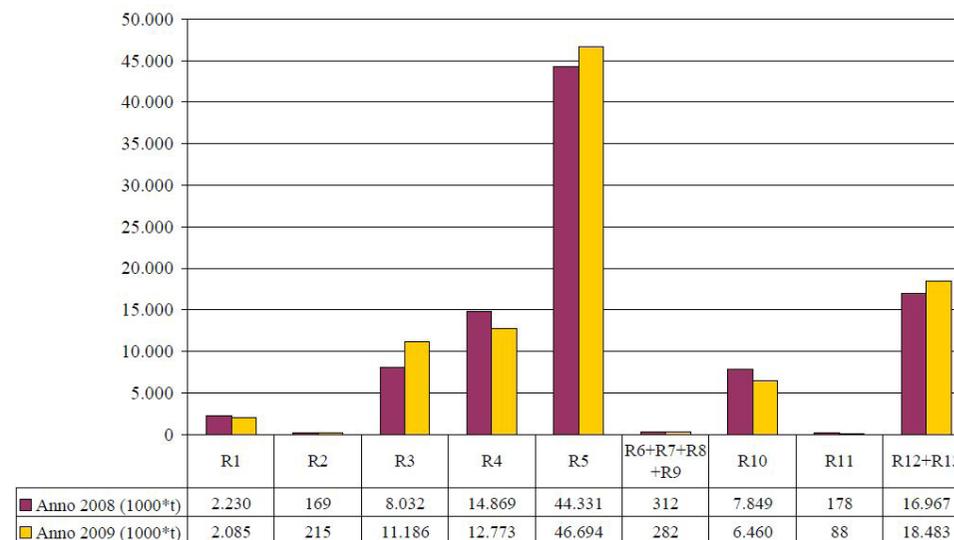


Figura 3.25 Andamento del recupero dei rifiuti speciali, 2008-2009
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

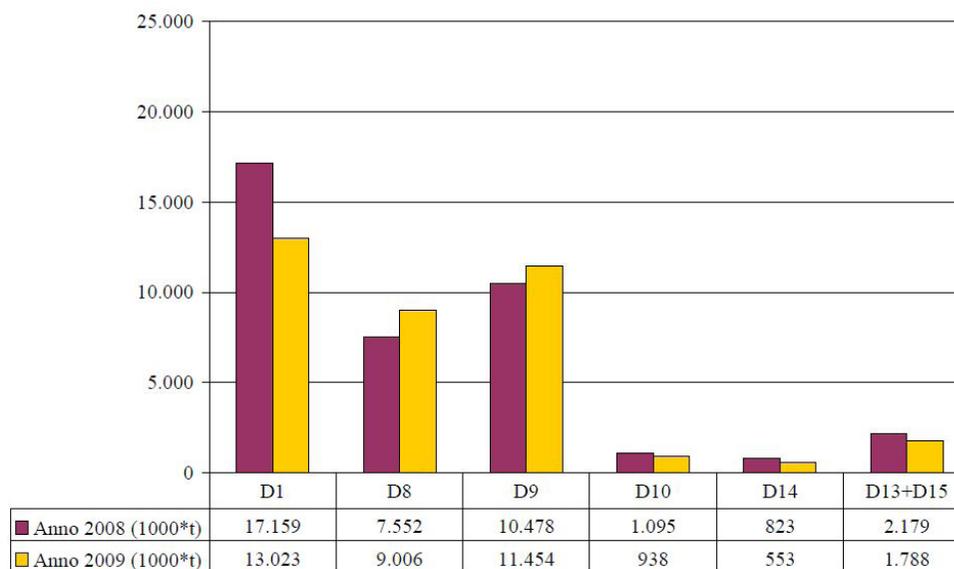


Figura 3.26 Andamento dello smaltimento dei rifiuti speciali, 2008-2009
Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

18 Fonte: Rapporto rifiuti speciali ISPRA 2011

registra dunque nell'insieme una diminuzione di 2.524.530 t, passando dalle 39.286.914 t del 2008 alle 36.762.384 t del 2009 [Fig. 3.24].

Sebbene i dati, i grafici e le tabelle qui riportate e commentate non sono che una piccola parte del *Rapporto sui rifiuti speciali 2011 ISPRA*, è comunque possibile trarne alcune conclusioni interessanti e utili in chiave di design. Si è visto dunque come la produzione dei rifiuti speciali negli ultimi anni sia diminuita, da un lato per fattori di tipo economico come conseguenza della recente crisi dei mercati che ha causato una flessione della produzione e quindi della relativa quantità di rifiuti speciali a essa connessa, dall'altro sicuramente politiche e strategie aziendali/sociali volte ad una sempre **maggiore sensibilità** per le tematiche connesse alla **sostenibilità ambientale** stanno contribuendo a cambiare l'approccio progettuale, produttivo e gestionale dei rifiuti. Si è voluto evidenziare il fatto che alcuni settori, in primis quello legato alle attività di demolizione e costruzione (che da solo produce quasi il 50% dei rifiuti speciali italiani), ma anche il settore manifatturiero producono una quantità di rifiuti sicuramente molto impattante a livello **ambientale** ed **economico**: sono proprio questi ambiti che presentano le maggiori opportunità per possibili spunti e declinazioni progettuali. Si è visto inoltre, attraverso l'analisi di dati relativi alle diverse aree geografiche del paese, come il Nord Italia, senza grosse sorprese, costituisca il traino principale in termini di ricchezza e produttività e sia di conseguenza l'attore principale nella produzione dei rifiuti speciali a livello nazionale. Emerge comunque che proprio per via degli ingenti quantitativi di materiale di rifiuto relativi alle diverse attività economiche coinvolte, è proprio da questa area geografica che arrivano i messaggi più importanti in termini di produzione e gestione, registrando un passaggio sostanziale negli ultimi anni dalla frazione destinata allo smaltimento in discarica verso azioni volte maggiormente al recupero di materia ed energia.

3.3 Conclusioni

Il capitolo offre una panoramica sull'**evoluzione** compiuta in termini legislativi negli ultimi quindici anni (a partire dal Decreto Ronchi del 1997) a livello *nazionale* in materia di **sostenibilità ambientale** e di corretta gestione dei rifiuti, evidenziando le integrazioni che sono state apportate in seguito alle direttive dettate dall'UE. Sono state sviluppate *politiche* e *strategie* volte a favorire da un lato azioni preventive di recupero e di ripristino in grado di diminuire la produzione dei rifiuti stessi, e dall'altro, in grado di rendere semplici e vantaggiose per un'impresa operazioni legate alla *gestione sostenibile dei rifiuti* nel momento in cui tale produzione sia inevitabile, indicando ad esempio come **meno idonea** tra tutte le possibili azioni quella relativa allo *smaltimento in discarica*. Questa nuova impostazione presuppone e incoraggia un sostanziale cambio di **mentalità** da parte del tessuto sociale e produttivo: non è sicuramente semplice convertire un impianto produttivo collaudato, qualsiasi sia la dimensione di un'impresa o di un'attività economica. Tuttavia, gli enti governativi stanno attuando azioni importanti di trasmissione di know-how in grado di rendere consapevole il tessuto sociale e produttivo dei vantaggi ambientali ed economici che si ricaverrebbero apportando modifiche all'impostazione progettuale, produttiva e gestionale di risorse e materiali, arrivando ad una visione non più lineare ma **circolare** dell'intera filiera relativa alla produzione di un bene o di un servizio.

Per quanto riguarda il design, l'importanza data ad incentivare azioni volte al riutilizzo, da preferire a quelle di riciclaggio (energicamente ed economicamente impattanti), offre a un progettista una notevole quantità di stimoli, ma soprattutto esplicita concetti chiave per quello che sarà probabilmente a mio avviso lo **scenario progettuale e produttivo** dei prossimi anni, in cui si focalizzerà sempre di più l'attenzione sulla *salvaguardia del capitale naturale, umano ed economico*. In questo contesto, un metodo progettuale volto a riutilizzare i rifiuti derivati dai processi industriali per nuovi utilizzi in grado di evitare, nei limiti di applicabilità e fattibilità di un contesto industriale, opzioni di riciclaggio e tantomeno di smaltimento, trova un campo di applicazione potenziale piuttosto ampio e stimolante.

Stiamo distruggendo i sistemi più produttivi della Terra, mentre con la statistica impediamo a noi stessi di vedere il problema. L'economia non può essere una guida affidabile fino a quando il capitale naturale non verrà incluso nel bilancio delle aziende, dei paesi, del mondo. Allo stato attuale, il sistema capitalistico si fonda su criteri di contabilità che porterebbero al fallimento qualsiasi impresa. Un'

economia sana ha bisogno di un bilancio preciso. Finché ciò non sarà attuato, è di vitale importanza comportarsi come se al capitale naturale e a quello umano fosse riconosciuto un valore adeguato. Quando smetteremo di trattare il capitale naturale come un bene gratuito, illimitato e di interesse trascurabile e lo considereremo una parte integrante e indispensabile dei processi produttivi, l'intero sistema di contabilità subirà una trasformazione: i prezzi, i costi e il modo in cui calcoliamo il valore delle cose cambieranno radicalmente.¹⁹

19 Hawken P., Lovins A., Hunter Lovins L., 1999, Op. cit

4.

IL PROGETTO DI DOMANI

4. IL PROGETTO DI DOMANI

Introduzione

Il capitolo precedente ha voluto fornire una panoramica complessiva a livello legislativo, normativo, produttivo e gestionale relativa ai rifiuti speciali in Italia nel periodo 2008-2009, evidenziando come si stiano sviluppando sempre maggiormente politiche che incentivino forme di riutilizzo e recupero in grado di diminuire la frazione dei rifiuti destinata a smaltimento o a pratiche comunque ambientalmente non sostenibili ed economicamente svantaggiose.

Prima di definire nel dettaglio tutti gli step del metodo, vengono presentati alcuni aspetti fondamentali relativi non tanto alla fase operativa di gestione dei rifiuti, quanto a quella che li genera, ovvero la fase di **progettazione**. Il modo più efficace per ridurre la produzione di rifiuti connessi al mondo produttivo consiste nell'intervenire nelle *pratiche progettuali tradizionali* che considerano le risorse di materiale e di energia come infinite ed inesauribili. Il *futuro* del design a mio parere consiste nell'utilizzo razionale della materia attraverso pratiche che favoriscono la *semplificazione*, il *riutilizzo* e il *recupero*, secondo una visione circolare della vita di un prodotto che sposta il focus dall'attuale concezione di produzione e consumo verso un *nuovo modello* che ponga in primo piano l'idea di **trasformazione**, in linea con quanto accennato in premessa riguardo al comportamento della natura, per cui i concetti stessi di produzione e consumo non sono previsti.

Il ruolo del progettista oggi è sicuramente diverso rispetto anche solo a pochi anni fa. L'attenzione per pratiche progettuali corrette dal punto di vista della sostenibilità ambientale, che rimangano ovviamente coerenti con le politiche strategiche di un'azienda, coinvolge oggi una serie di competenze che non può rientrare nel *modus operandi* di un designer. Vengono ora presentati alcuni accorgimenti e stimoli progettuali da tenere in considerazione nella fase di ideazione del concept di prodotto, in relazione al panorama culturale contemporaneo relativo al mondo del disegno industriale.

4.1 Il valore della semplicità

Sin da quando si può parlare di *disegno industriale*, cioè dalla **Rivoluzione Industriale** in poi, la ricerca di semplificazione è stato uno dei punti chiave per il successo di un progetto. Semplificare significa *ridurre, rendere efficiente*, non aggiungere nulla che non abbia motivo di essere e che non crei **valore aggiunto** per l'utente finale. È un concetto molto ampio che può presentare declinazioni multiple dal punto di vista progettuale, in relazione anche alle diverse modalità con le quali può essere ottenuto: si può parlare ad esempio di semplificazione dal punto di vista *funzionale, estetico, formale, materico, produttivo, distributivo, strategico*. Sebbene non costituisca sicuramente aspetto da poco, la fase di sviluppo prodotto dovrebbe considerare tutti questi aspetti **contemporaneamente** dalla fase iniziale di ideazione sino alla fase di dismissione, tramite un approccio olistico che miri a considerare il prodotto come un sistema di *fattori interconnessi* da ottimizzare e coordinare in maniera fluida tra loro.

Del resto, la concezione stessa di oggetto *utile e funzionale* è stato uno dei motivi principali della nascita nella seconda metà dell'Ottocento della figura dell'industrial designer, che ha visto come protagonisti principali da un lato la figura di **Henry Cole**¹, sostenitore dell'integrazione tra arte e industria secondo il modello del *Fitness to purpose*, e dall'altra quella di **John Ruskin** e **William Morris**², promotori invece del mantenimento del sapere e del fare manuale artigiano, motivo per l'uomo di elevazione e soddisfazione secondo il principio del *Joy in labour*. Mentre per Morris e Ruskin l'ornamento e la decorazione erano caratteristiche fondamentali e da preservare, in quanto piena dimostrazione dell'abilità tecnica e artistica dell'uomo (vedendo nelle macchine una sorta di minaccia), Cole è stato uno dei primi sostenitori della fusione tra il mondo artistico e artigianale con quello industriale. Il valore della semplicità era da ricercare secondo lui nell'*integrazione tra estetica dell'artefatto e produzione industriale*, secondo il principio che un oggetto deve essere sì bello, ma che come aspetto primario debba appunto adattarsi allo scopo per il quale è stato concepito. Come sottolinea Renato De Fusco:

A differenza del progetto di Morris, iniziato dopo il 1860 e rivolto alla

1 Bonython E., Burton A., 2003, *The Great Exhibitor: The Life and Work of Henry Cole*, Victoria & Albert Museum Ed.

2 Sasso E., 2007, *William Morris tra utopia e medievalismo*, Roma, Ed. Aracne

rinascita dell'artigianato, quello di Cole, a partire dal 1845, postula la più stretta collaborazione con l'industria. A tal fine egli conia nel 1845 l'espressione *art-manufacturer*, che può considerarsi, denotando una figura nuova di artista-fabbricante, una prima anticipazione del moderno designer; [...] Se il programma di associare le arti all'industria in un movimento che coinvolgesse l'intera produzione nazionale fino a culminare la prima Esposizione universale può considerarsi, per così dire, il "grande progetto" di Cole, egli ne concepì un altro più specifico, importante quanto il primo per i principi in esso contenuti e per il contributo dato al problema della forma. Egli comprese che, al di là di ogni polemica, alla qualificazione del prodotto industriale erano indispensabili alcuni basilari principi conformativi. Come è stato osservato, i principi centrali dell'opera di Cole e dei suoi, quali furono elaborati nei fascicoli mensili del "Journal of Design and Manufactures", editi fra il 1849 e il 1852, e nelle pubblicazioni collaterali, possono essere sostanzialmente ricondotti a due: il primo riguarda una riformulazione del concetto basilare di funzionalità; il secondo, l'esigenza di imparare a vedere, tanto come criterio pedagogico da introdurre nelle sue forme semplici fin nell'insegnamento generale per istituire confronti a tutti i livelli e ricavarne gli esempi guida a cui uniformare i nuovi criteri di progettazione dell'*art manufacturer*. [...] Quanto al concetto base della funzionalità, quell'interesse per gli *useful objects*, che si collega all'utilitarismo filosofico ed economico promosso da John Stuart Mill, è evidentemente il punto di partenza per la cultura del design. Non solo, ma richiamando l'attenzione degli studenti, degli artefici, dei produttori e del pubblico sugli oggetti semplici, comuni, "asentimentali" della vita quotidiana, Cole spostò su questi ultimi quel valore di artisticità emergente, solitamente attribuito alla pittura e alla scultura, rendendolo un valore di artisticità diffusa, ovvero di semplice e schietta qualità.³

L'opera di Henry Cole ha segnato un momento fondamentale dunque per la nascita della figura dell'industrial designer, ponendo grande attenzione sul ruolo della **semplicità** e della **funzione** nella concezione di un artefatto e sul valore dell'insegnamento sin dalle scuole primarie di questi precetti a partire dal disegno, come si può osservare in Fig. 4.1, in cui è riprodotto un esercizio scolastico in cui si esortava l'allievo a replicare con un gessetto su una lavagna con



Figura 4.1 Esercizio di disegno semplice proposto da Henry Cole per l'educazione del bambino
Fonte: Journal of Design, vol. 1, 1849

poche linee oggetti di uso comune, per stimolare lo spirito di osservazione del bambino.

Qualche decennio dopo, un'altra figura ha avuto un ruolo di estrema importanza per lo sviluppo della cultura del design. Il noto precetto dell'architetto **Louis Sullivan** pubblicato nell'articolo *The Tall Office Building Artistically Considered* del 1896, **Form follows function**, che sulla scia del *Fitness to purpose* di Cole ha dato vita alla nascita del *Funzionalismo*⁴ e ha rappresentato uno dei punti

3 De Fusco R., 1992, *Storia del design*, Ed. Laterza, Bari

4 Raja R., 2002, *Architettura industriale. Storia, significato e progetto*, Collana Il Politecnico

fondamentali di discussione del *Movimento Moderno*⁵ del Novecento, non risente del peso della distanza temporale in cui è stato pronunciato: sebbene fosse stato concepito inizialmente in relazione al mondo della progettazione architettonica, l'idea che il pensiero formale ed estetico debba essere conseguenza logica della *funzione* e dell'*utilizzo* che si fa di un artefatto, ha trovato assoluto campo fertile anche nel panorama culturale legato allo sviluppo del disegno industriale, risultando di estrema attualità oggi stesso. Nell'articolo sono interessanti le *corrispondenze* che Sullivan individuò tra il **progetto umano degli artefatti** e il **progetto della Natura**:

This view let me now state, for it brings to the solution of the problem a final, comprehensive formula. All things in nature have a shape, that is to say, a form, an outward semblance, that tells us what they are, that distinguishes them from ourselves and from each other. Unfailing in nature these shapes express the inner life, the native quality of the animal, tree, bird, fish, that they present to us; they are so characteristic, so recognizable, that we say, simply, it is "natural" it should be so. Yet the moment we peer beneath this surface of things, the moment we look through the tranquil reflection of ourselves and the clouds above us, down into the clear, fluent, unfathomable depth of nature, how startling is the silence of it, how amazing the flow of life, how absorbing the mystery.[...]

It seems ever as though the life and the form were absolutely one and inseparable so adequate is the sense of fulfillment.

Whether it be the sweeping eagle in his flight or the open apple blossom, the toiling work horse, the blithe swan, the branching oak, the winding stream at its base, the drifting clouds, over all the coursing sun, form ever follows function, and this is the law. Where function does not change form does not change.⁶

Considerare la **funzione** come punto fondamentale di partenza per lo sviluppo di un prodotto consiste in un'opera importante di **semplificazione** di tutti quegli aspetti superflui che non costituiscono valore. Ogni *progetto della Natura*, or-

5 Pevsner N., 1945, *I pionieri del movimento moderno da William Morris a Walter Gropius*, Rosa e Ballo ed.

6 Sullivan L., 1896, *The Tall Office Building Artistically Considered*, Lippincott's Magazine n.57, Philadelphia

ganico o inorganico che esso sia, è il risultato di un percorso di ottimizzazione e quindi di semplificazione continua che va avanti da miliardi di anni. Pensare di progettare senza porsi come vincolo fondamentale quello di *ridurre dove necessario* e senza focalizzarsi sulla *funzionalità* significa a mio parere creare inevitabilmente una perdita, un non valore.

I principi della semplificazione compositiva, estetica e funzionale nello sviluppo della cultura del progetto si sono declinati in maniera diversa nel corso del Novecento, alternando sulla base dei diversi contesti culturali di riferimento momenti di maggiore austerità formale a periodi in cui invece il prodotto oltre alla funzionalità è stato caratterizzato da valori non strettamente richiesti dal solo utilizzo, come per esempio è stato per il celebre **Design Radicale**⁷ italiano (di cui la poltrona Up5 di Gaetano Pesce in Fig. 4.2 è icona di riferimento) del post boom economico dagli anni Sessanta in poi, in cui la componente *ironica*

7 Duva D., Invitti M., Milia E., Pirola M., 2005, *Maestri del design. Castiglioni, Magistretti, Mangiarotti, Mendini, Sottsass*, Paravia Bruno Mondadori Ed.

Figura 4.2 Poltrona Up5 di Gaetano Pesce del 1969 che evoca le forme femminili
Fonte: <http://www.linkmyhome.com>



e *sovversiva* era diventata elemento fondante di progetto in relazione al contesto storico, ideologico e culturale in cui questi oggetti sono stati concepiti. È comunque evidente come questi prodotti, per quanto tappe fondamentali nella cultura evolutiva del design, non rappresentino un carattere di progettualità universale, ma il loro *linguaggio rimane circoscritto* a un periodo ben definito, in cui alla semplice funzionalità poteva essere aggiunto qualcosa d'altro. Proporre lo stesso linguaggio in un contesto di crisi economica e sociale come quello di oggi probabilmente non avrebbe granchè senso.

Il tema della semplificazione e dell'adattamento della forma alla funzione e allo scopo ha da sempre ricoperto uno dei temi di discussione principali all'interno del dibattito culturale relativo al disegno industriale. Basti pensare al fenomeno **Ikea**⁸. L'azienda svedese, grazie ad una visione strategica globale relativa a tutti gli aspetti ottimizzabili all'interno della filiera (dai materiali all'assemblaggio autonomo in casa da parte dei clienti) e a un capillare studio di *usi e costumi* relativo alle pratiche domestiche dei vari paesi, ha stravolto con forza e velocità la definizione comunemente condivisa a livello sociale di ciò che si intende per oggetto di design. Grazie al ricorso a soluzioni progettuali di **continua semplificazione formale**, Ikea è riuscita ad ottenere un prodotto di immediata *ricono-*

8 Stenebo J., Storti A., 2010, *Ikea. Mito e realtà*, Egea Ed.



Figura 4.3 Tavolo Melltorp di IKEA
Fonte: <http://www.ikea.com>



Figura 4.4 Cassettiera Simplon del 2003 prodotta da Cappellini
Fonte: <http://www.jaspermorrison.com>

scibilità, con una buona estetica, un prezzo accessibile e adatto a essere diffuso a livello globale, in quanto *non risente* di un'influenza culturale ben precisa. Si potrebbe quasi dire che i prodotti che Ikea offre, in contrapposizione all'esempio di design Radicale riportato in precedenza, rappresentino degli *archetipi formali e funzionali*, come il tavolo proposto in Fig. 4.3: è proprio sul grande valore dato alla semplicità che Ikea ha costruito la sua fortuna, arrivando quasi a ridefinire e monopolizzare (aspetto che presenta anche molti lati negativi) il gusto estetico dell'arredamento domestico contemporaneo.

Uno dei designer che ha fatto della semplicità la sua *chiave espressiva* è sicuramente **Jasper Morrison**. La sua concezione del prodotto d'uso è radicata nella convinzione che la forma di un oggetto non può essere svincolata dalla sua funzionalità, e che ciò che definisce un buon prodotto è la sua capacità di rientrare in canoni di *sobrietà* e di *normalità* per potersi integrare al meglio con l'ambiente in cui è inserito e con l'utente da cui viene utilizzato. Analizzando i suoi progetti, è evidente come ognuno di essi sia il risultato di un processo continuo di *ripensamenti* volto a *sottrarre dove possibile*, arrivando a una sintesi visiva e formale pulita e attuale che ha reso molti di questi oggetti delle vere e proprie icone di riferimento, grazie al valore dato alla sobrietà e alla funzionalità. La cura del dettaglio e l'ispirazione dagli oggetti semplici della vita quotidiana gli hanno permesso di ottenere un linguaggio *semplice e diretto*, di cui progetti come

Simplon per Cappellini [Fig. 4.4] o Air Chair per Magis sono un chiaro esempio. Come sottolinea Gabriele Neri:

Per Morrison, il lavoro del designer non consiste nell'inventare una forma, ma nell'applicarla al posto giusto e al momento giusto, spinto da una buona dose di buone ragioni: per questo si può attingere dai pionieri del Moderno (lo dimostrano alcune sedie disegnate nel 1985, che evocano Rietveld e Prouvè, ma anche il One-legged table del 1986, che sembra una citazione dei tavoli di Mollino), o da qualsiasi cianfrusaglia stipata in un warehouse londinese. L'importante è non dimenticare il carattere di utilità che ogni progetto deve necessariamente avere.⁹

In numerose pubblicazioni di Morrison ricorre il tema di un'estetica fondata sulla sobrietà progettuale, e di come da questo aspetto dipenda l'autonomia dell'oggetto, che non deve riflettere in nessun modo caratteristiche personali relative all'ideatore, ma che trova un senso produttivo solo nel momento in cui si basa su criteri funzionali piuttosto che su criteri di elaborata e complessa ricerca formale. Neri riporta nel suo saggio un estratto del testo del 1996 di Morrison pubblicato in Ottagono, *Immacolata concezione*:

Il carattere di certi oggetti di autore ignoto risulta spesso più attraente di quelli con pedigree, nei quali l'io dell'autore ha forse preso il posto dell'utilità. [...] Il valore dell'oggetto anonimo sta nella sua capacità di ricordare a noi, che operiamo nel mondo del design, che nel mondo reale un oggetto è semplicemente un oggetto e che dipende da lui saper trovare amore e apprezzamento.¹⁰

L'interesse per Morrison verso il tema della semplicità lo ha portato, nel 2006, a ideare una mostra, in collaborazione con il designer Naoto Fukasawa, dal titolo *SuperNormal, Sensations of the Ordinary*¹¹, in cui sono stati posti in dialogo oggetti iconici di design d'autore e oggetti di uso comune pensati da progettisti anonimi, effettuando una riflessione critica sulla differenza tra il carattere spes-

so *superfluo* della ricerca di specialità in un prodotto e il valore della normalità, o **supernormalità** invece di quei prodotti, che sebbene non circondati dall'alone di fama dell'ideatore, risentono in maniera sostanziale del valore derivato dall'adattamento della forma alla funzione e allo scopo per cui sono stati concepiti. Esattamente il concetto del *fitness to purpose* espresso da Henry Cole riproposto quasi un secolo e mezzo dopo, a dimostrazione della validità atemporale del concetto.

Nel 2009 la Serpentine Gallery di Londra ha indetto una mostra su una tematica simile a quella ideata da Morrison, intitolata *Design Real*¹² e curata dal designer tedesco **Konstantin Grcic**, in cui sono stati selezionati ed esposti, come evoca

12 <http://www.design-real.com/> (ultima conn. al sito 11-1-2013)



Figura 4.5
Alcuni dei prodotti esposti nella mostra Design Real del 2009 curata da Grcic alla Serpentine Gallery di Londra
Fonte: <http://slamxhype.com>

9 Neri G., 2011, *Jasper Morrison, Un designer super normale*, I Maestri del design, collana de Il Sole 24 Ore diretta da Andrea Branzi

10 Morrison J., 1996, *Immacolata Concezione*, pubblicata in Ottagono, rivista di Architettura, Arredamento e Industrial Design, n.188

11 Fukasawa N., Morrison J., 2007, *Super Normal: Sensations of the Ordinary*, Lars Muller Publishers

il titolo volutamente provocatorio della mostra, prodotti di design vero, reale, quasi a *nobilitare* con una semplice parola quei progetti di uso comune e quotidiano che per la semplicità e per la sapienza progettuale e produttiva con i quali sono stati concepiti sono entrati nella vita di tutti i giorni in maniera *non invasiva*, migliorando la vita delle persone. Gli oggetti proposti [Fig. 4.5] sono stati tutti presi dalla realtà produttiva dell'ultima decade, non comprendendo dunque prototipi o concept, ma oggetti prodotti in massa e attualmente in commercio. Le riflessioni possibili che emergono dalla selezione del designer mettono a fuoco il ruolo fondamentale che assume la progettazione nella definizione concettuale stessa di bene di consumo. Come sostiene Grcic:

*What interests me about industrial design is how these things are made, in what material, and how this has affected their language and their quality. Some objects are very technically-driven; the function really determines the object. Other objects have much more of a signature or an authorship; you see the handwriting of the designer who made it and that's what makes it so special.*¹³

Nella cultura del *design contemporaneo* riflessioni relative al valore della semplicità e della funzionalità stanno assumendo un ruolo sempre di maggiore importanza, aspetto che si trova in assoluta **continuità** anche con un contesto culturale caratterizzato specialmente in questi ultimi anni da incertezza economica. Al *Brompton Design District* di Londra è stata indetta una mostra nel 2010 dal titolo *New Simplicity*¹⁴, curata dal critico di design Nuno Coelho, che ha voluto far confrontare nove designer emergenti sul tema della **semplificazione progettuale** in parallelo a prodotti noti di design d'autore e in relazione anche a nuove tecnologie produttive come la prototipazione rapida. Le idee presentate [Fig. 4.6] riflettono un chiaro esempio di pulizia formale e materica, presentando oggetti che ben rispecchiano il concetto della *Supernormalità* di Morrison a cui si faceva riferimento in precedenza per l'efficacia nella trasmissione del concept e per la capacità di focalizzazione intorno alla funzionalità e al modo d'uso: sono idee che puntano a risolvere un problema, utilizzando il meno possibile e concentrandosi sulla modalità e sulla praticità di utilizzo.

Il designer e professore americano **John Maeda**, nel suo lavoro di ricerca al MIT,

¹³ Fonte: <http://www.serpentinegallery.org>

¹⁴ <http://www.domusweb.it> (ultima conn. al sito 13-1-2013)



Figura 4.6
Uno dei progetti della mostra *New Simplicity* del 2010 a Londra, la *Scantling Lamp* di Mathias Hahn
Fonte: <http://www.dezeen.com>

ha a lungo analizzato il *ruolo della semplicità* all'interno di un contesto come quello contemporaneo in cui la complessità della struttura sociale, delle connessioni, delle relazioni aumenta esponenzialmente di giorno in giorno, grazie soprattutto alla diffusione sempre maggiore di fenomeni globali come internet o la facilità di spostamento delle persone. Nel 2004 al MIT ha fondato un consorzio, il *MIT Simplicity Consortium* presso il Media Lab, in collaborazione con aziende del calibro di Lego, Aarp, Time, Toshiba, al fine di determinare il valore economico della semplicità in settori come quello delle comunicazioni, del gioco o della sanità, e come questo valore possa essere calcolato e utilizzato per realizzare progetti e prototipi da inserire con successo sul mercato. Il fascino per il ruolo della semplicità nel design, nella tecnologia e in molti altri ambiti della società lo ha portato a stilare una serie di regole, contenute nel suo libro *Le leggi della semplicità*. Maeda ha strutturato le sue riflessioni in dieci leggi:

- 1 *RIDUCI*: Il modo più semplice per conseguire la semplicità è attraverso una riduzione ragionata
- 2 *ORGANIZZA*: l'organizzazione fa sì che un sistema composto da molti elementi appaia costituito da pochi
- 3 *TEMPO*: i risparmi di tempo somigliano alla semplicità
- 4 *IMPARA*: la conoscenza rende tutto più semplice
- 5 *DIFFERENZE*: la semplicità e la complessità sono necessarie l'una all'altra
- 6 *CONTESTO*: ciò che sta alla periferia della semplicità non è assolutamente periferico
- 7 *EMOZIONE*: meglio emozioni in più piuttosto che in meno
- 8 *FIDUCIA*: noi crediamo nella semplicità
- 9 *FALLIMENTO*: ci sono cose che non è possibile semplificare
- 10 *L'UNICA*: semplicità significa sottrarre l'ovvio e aggiungere il significativo¹⁵

Maeda sostiene attraverso la presentazione di queste leggi come la semplicità sia uno strumento fondamentale per ottenere dei **vantaggi** in termini *strategici e commerciali*. La semplificazione, che non significa assolutamente banalizzazione né tantomeno impoverimento progettuale, consiste secondo l'autore dunque nella riduzione del superfluo, valorizzando quegli aspetti importanti di un prodotto o di un servizio, in modo tale che le prestazioni, la qualità, la fun-

zionalità siano *inalterate o migliorate* diminuendo l'apporto materico, a fronte di costi industriali sostenibili nel tempo. È molto interessante anche in ottica di sostenibilità ambientale il suo pensiero in merito alla riduzione dimensionale dei componenti di un prodotto, e quindi all'ottimizzazione materica volta a evitare sia sovradimensionamenti sia a consumare minori quantitativi di materiale:

Riduci quello che puoi e nascondi tutto il resto senza perdere il senso del valore intrinseco dell'oggetto. INCORPORARE un grande senso di qualità attraverso ottimi materiali e altri segnali basati su messaggi espliciti è un importante e intelligente controbilanciamento di RIMPICCIOLIRE e NASCONDERE le caratteristiche del prodotto che possono essere immediatamente colte. Design, tecnologia e business lavorano insieme per convergere su una decisione finale che porti a stabilire quanta riduzione nelle dimensioni di un prodotto sia tollerabile, e quanta qualità esso possa incorporare a dispetto del ridimensionamento.¹⁶

16 Ibid.



Figura 4.7 Evoluzione dei telefoni cellulari dal primo prototipo Motorola del 1973 a un prototipo Samsung del 2011
Fonte: <http://dalcame-inves.blogspot.it>; <http://ismashphone.com>

15 Maeda J., 2006, *Le leggi della semplicità*, Ed. Paravia Bruno Mondadori, Torino

Una sintesi di quanto appena proposto potrebbe essere: **fare di più con meno**, passaggio che presuppone notevole capacità di sintesi di problemi interconnessi di alta complessità, in modo tale da rendere un prodotto semplice e immediato a livello di interazioni con l'utente. In effetti il processo di pulizia e sottrazione materica nei prodotti, di cui soprattutto i grandi brand sono precursori a livello di inserimento sul mercato, è tangibile tutti i giorni sotto i nostri occhi. Basti pensare al caso emblematico dei *telefoni cellulari*, che sebbene siano un'invenzione relativamente recente, hanno subito questo processo in maniera esponenziale nel corso degli anni. Si è partiti da modelli grandi, ingombranti a livello volumetrico, con fastidiose antenne in evidenza. La loro evoluzione progettuale ha portato a un *progressivo miglioramento* tecnologico e formale in grado di *ridurre le dimensioni*, aumentare la superficie dello schermo, integrare l'antenna all'interno del dispositivo, passare all'inserimento di fotocamere in grado di ottenere immagini ad alta risoluzione, fino ad ottenere nei recenti smartphone uno schermo senza tasti, corrispondente esattamente a quanto proposto da Maeda: **aumentare** la complessità progettuale **semplificando** l'interazione con il prodotto per l'utente suscitando inoltre stupore ed emozione. Nei prossimi anni il processo continuerà, arrivando a schermi OLED flessibili in grado di risolvere i problemi di fragilità da impatto e diminuire ulteriormente le dimensioni del prodotto [Fig. 4.7], per poi proseguire verso un processo continuo di evoluzione tecnologica che difficilmente può farne prevedere oggi i risultati che saranno raggiunti tra qualche anno.

Come è emerso dal paragrafo, il tema della **semplicità** costituisce oggi un *nodo centrale* per una lettura corretta e critica all'interno del panorama culturale contemporaneo relativo al design internazionale. La semplicità riguarda molti ambiti di intervento all'interno della progettazione di un bene o di un servizio, trovandosi in stretta connessione anche con tematiche come quelle legate alla **sostenibilità ambientale** e ad un utilizzo accorto delle **risorse materiche**. Non è più possibile permettersi di estrarre risorse e trasformarle in maniera indiscriminata senza considerare le ripercussioni che questo comportamento ha sull'ecosistema e sulla qualità stessa della vita umana. È fondamentale dunque a mio parere in fase di progetto evitare sovradimensionamenti e sfruttare tramite una giusta combinazione geometrica, formale e materica lo spazio in modo da ridurre ciò che non è strettamente necessario, ponendo come elemento principale per la caratterizzazione di un prodotto la pulizia e la funzionalità.

4.2 DfA e DfD facilitano il recupero

Il tema della semplificazione nella fase iniziale di progetto introduce alcune considerazioni importanti riguardanti lo sviluppo dei *prodotti futuri*. Semplificare un oggetto significa, tra i molteplici aspetti che questa definizione porta con sé, rendere agili le fasi di *assemblaggio* e *disassemblaggio* dei vari componenti tra loro attraverso pratiche che, se considerate nei momenti iniziali di ideazione del prodotto, possono portare a dei vantaggi rilevanti in termini ambientali ed economici. Il **Design for Assembly** e il **Design for Disassembly**, sebbene interconnesse tra loro, sono due attività che in realtà differiscono a livello *concettuale*: la prima punta a facilitare le azioni di assemblaggio e di automazione di montaggio in fabbrica, aspetto dunque che riguarda maggiormente l'*azienda produttrice*, mentre la seconda verte maggiormente sul facilitare le operazioni di smontaggio per favorire il recupero e la sostituzione di componenti, azione che dunque riguarda *sia l'azienda che l'utente finale*.

Grazie al *Design for Assembly* (o DfA) e al *Design for Disassembly* (o DfD) sono favoriti e resi più snelli alcuni aspetti molto importanti per un prodotto, in quanto si facilita innanzitutto la **sostituzione** di quei componenti che possono aver subito danneggiamento nel corso del tempo, comportando un costo molto minore per l'utente in quanto ordinando solo il pezzo danneggiato e consentendo un facile disassemblaggio e ri-assemblaggio del prodotto, non è necessario procedere all'acquisto di uno nuovo. Viene inoltre **ridotto il fattore inquinante**, in quanto pratiche corrette di DfA e DfD favoriscono la sostituzione, la riparazione e la manutenzione dei prodotti, costituendo un vantaggio incredibile in termini di sostenibilità ambientale, evitando di mandare a recupero o smaltimento precoce prodotti il cui ciclo vita può così essere allungato senza compromissione della funzionalità. Tramite un assemblaggio semplice si ottiene in fabbrica una *riduzione sostanziale* a livello di **tempi** per ottenere un prodotto finito, fattore che riduce considerevolmente i costi di produzione. La facilità di disassemblaggio consente inoltre di ridurre i **costi** della materia prima e gli impatti sull'ambiente, in quanto i componenti monomaterici in molti casi possono essere recuperati e avviati a riciclaggio.

Ezio Manzini e Carlo Vezzoli, nella loro trattazione *Design per la sostenibilità ambientale*¹⁷ individuano diversi aspetti che coinvolgono a livello progettuale

17 Vezzoli C., Manzini E., 2007, *Design per la sostenibilità ambientale*, Zanichelli Editore, Bologna

le pratiche di DfA e DfD. I principali livelli che le caratterizzano sono costituiti secondo gli autori da una prima fase in cui si definisce a livello generale come il sistema prodotto può essere **migliorato e implementato** per consentire un facile assemblaggio e disassemblaggio e per *accedere con facilità* ai vari **sottoassiemi** che costituiscono il prodotto. Si procede poi allo *studio* dei **singoli componenti**, che devono presentare il più possibile caratteristiche di *monomaterialità e riciclabilità* per favorirne il recupero. Infine si analizzano come ultimo aspetto le **giunzioni** tra i vari subassiemi e tra i singoli componenti, promuovendo l'utilizzo di *connessioni standard facilmente rimovibili* per favorire appunto il disassemblaggio e la sostituzione dei componenti. Nel testo vengono riportati una serie di grafici interessanti proposti nel 1993 da Kahmeyer e Warneke riguardo la cosiddetta **profondità di disassemblaggio** [Fig.4.8]: si può evidenziare dalla loro lettura come i *costi di disassemblaggio* seguano un aumento lineare rispetto alla profondità (cioè al *grado di disassemblaggio* del prodotto, in cui al 100% corrisponde il disassemblaggio totale di tutti i componenti), fattore comprensibile in quanto separare tutti i componenti prevede dei *tempi operativi* lunghi per un'azienda, e quindi dei costi; d'altro canto però, a fronte di un costo di disassemblaggio che aumenta proporzionalmente al numero di componenti coinvolti, i costi di *smaltimento* e di *riciclaggio* della materia prima diminuiscono aumentando il grado di profondità. Questo è possibile se in fase di progettazione sono stati considerati aspetti importanti come la *riciclabilità* e la *qualità* del materiale di partenza: se la materia prima è facilmente riciclabile, allora il DfD può diventare un accorgimento strategico di rilevanza economica per una produzione **su scala industriale**. Si tratta dunque di trovare il giusto compromesso tra la profondità di disassemblaggio e i relativi costi aziendali, in relazione alla tipologia del componente e alla fattibilità economica di una sua eventuale sostituzione. Un componente all'interno di un prodotto che statisticamente e per vari motivi (sollecitazioni, utilizzo, qualità) è *più soggetto a rottura* rispetto ad un altro, e che compromette in maniera sostanziale l'utilizzo dell'oggetto, dovrà essere tenuto in considerazione in fase di progettazione dal punto di vista della facilità di disassemblaggio e di sostituzione.

A seconda dei vari casi si deve trovare dunque il giusto **bilanciamento** tra le curve per determinare il *costo finale* dell'operazione di disassemblaggio e di riciclaggio, per determinare la soluzione più vantaggiosa dal punto di vista economico.

I due autori forniscono delle *linee guida* per facilitare le operazioni di disassemblaggio e separazione a livello generale, entrando poi nello specifico sulla base delle tre categorie concettuali a cui si faceva riferimento prima, riguardanti rispettivamente *l'architettura globale del prodotto*, la forma e la facilità di *accesso*

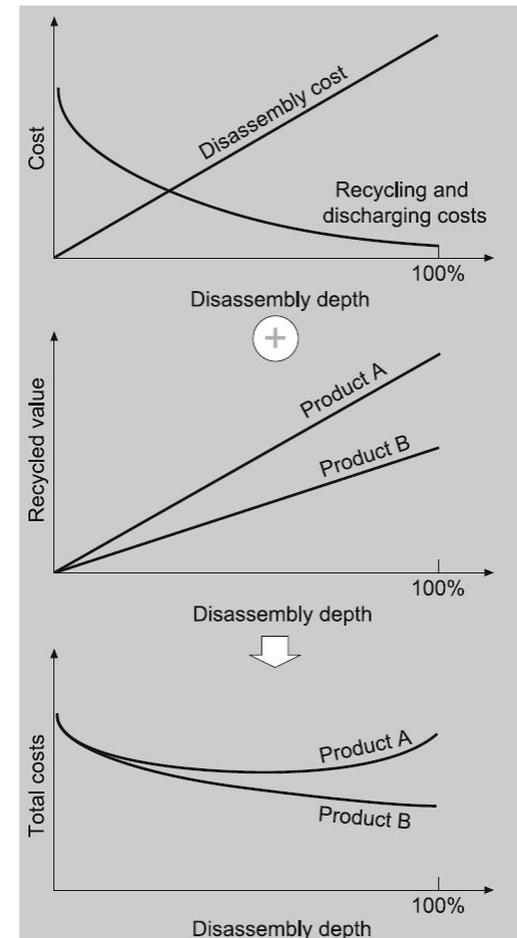


Figura 4.8
Curva dei costi totali di disassemblaggio e di riciclaggio (Kahmeyer and Warneke, 1993)
Fonte: Vezzoli C., Manzini E., 2007, *Design per la sostenibilità ambientale*

ai componenti e la forma e la facilità di rimozione delle connessioni:

Guide lines to facilitate disassembling:

- Reduce and facilitate operations of disassembly and separation
- Engage reversible joining systems
- Engage permanent joining systems that can be easily opened
- Co-design special technologies and features for crushing separation

Overall architecture:

- Prioritise the disassembly of toxic and dangerous components or materials

- Prioritise the disassembly of components or materials with higher economic value
- Prioritise the disassembly of more easily damageable components
- Engage modular structures
- Divide the product into easily separable and manipulatable sub-assemblies
- Minimise the overall dimensions of the product
- Minimise hierarchically dependent connections among components
- Minimise different directions in the disassembly route of components and materials
- Increase the linearity of the disassembly route
- Engage a sandwich system of disassembly with central joining elements

Shape of components and parts:

- Avoid difficult-to-handle components
- Avoid asymmetrical components, unless required
- Design leaning surfaces and grabbing features in compliance with standards
- Arrange leaning surfaces around the product's centre of gravity
- Design for an easy centring on the component base

Shape and accessibility of joints:

- Avoid joining systems that require simultaneous interventions for opening
- Minimise the overall number of fasteners
- Minimise the overall number of different fastener types (that demand different tools)
- Avoid difficult-to-handle fasteners
- Design accessible and recognisable entrances for dismantling
- Design accessible and controllable dismantling points¹⁸

Molte grandi aziende negli ultimi anni hanno investito ingenti risorse nello sviluppo di *strategie operative* in grado di promuovere e diffondere politiche aziendali relative al Design for Assembly e Disassembly. È noto il caso di *Herman Miller*, che con la seduta ergonomica per ufficio *Mirra* è riuscita ad ottenere la riciclabilità per il **96% in massa** dei componenti che la costituiscono, risultato ottenuto grazie a un preciso modello di valutazione nella fattibilità economica dei vari passaggi legati al DfD. I vari step di valutazione per l'applicazione corretta del metodo DfD si articolano in *quattro punti sequenziali*, che comprendo-

no aspetti legati al **materiale**, alle **modalità** e **tempistiche di disassemblaggio** e alla **riconoscibilità dei componenti** una volta separati:

1. Can the component be separated as a homogeneous material, with no other materials attached? Mixed materials, if inseparable, have little to no value in recycling programs. The goal is for disassembly to create individual components that may have value when recycled.
2. Can the component be disassembled using common tools (screwdriver, hammer, and a pair of pliers)? The goal is for the chairs to be easily disassembled anywhere in the world
3. Does it take less than 30 seconds for one person to disassemble the component? The product development team disassembled many products and concluded that any component that takes greater than 30 seconds to remove is too long.
4. Is the material identifiable and marked? If parts are not marked, then disassemblers will not know which recycling bin to place them in.¹⁹

Un'altra impresa che ha investito molto nella propria trasformazione interna e nella sensibilizzazione dei clienti in merito al disassemblaggio, al recupero e al riciclo di componenti e materia prima, facendo diventare questo aspetto un punto di forza a livello economico e commerciale per l'azienda, è stata **Hp**. Dal 1992 Hp sta sviluppando strategie operative per ottenere risultati che consentano di ottenere parallelamente e in maniera complementare da un lato una *riduzione degli impatti ambientali* legati ai processi e alle tecnologie produttive utilizzati, dall'altro *l'abbassamento del costo della materia prima* e delle lavorazioni necessarie per la sua trasformazione in prodotti finiti.

Come si può vedere dal grafico di Fig. 4.9, grazie a una politica progettuale basata sul DfA e sul DfD, nel 2011 Hp è stata in grado di **riutilizzare 26.700 tonnellate di componenti** da reinserire in nuovi prodotti. Nel passaggio dal 2007 al 2011 si può registrare una flessione nella massa di componenti destinata a riutilizzo, passando da 29.000 t a 26.700 t: sebbene a una prima lettura tale dato possa sembrare negativo, come sottolinea **l'Hp 2011 Global Citizenship Report**, ciò è dovuto a una sostanziale *diminuzione media* nel peso dei componenti prodotti. Le unità invece ritornate in azienda coinvolte in operazioni di ricondizionamento e riutilizzo per essere reimmesse in commercio sono aumen-

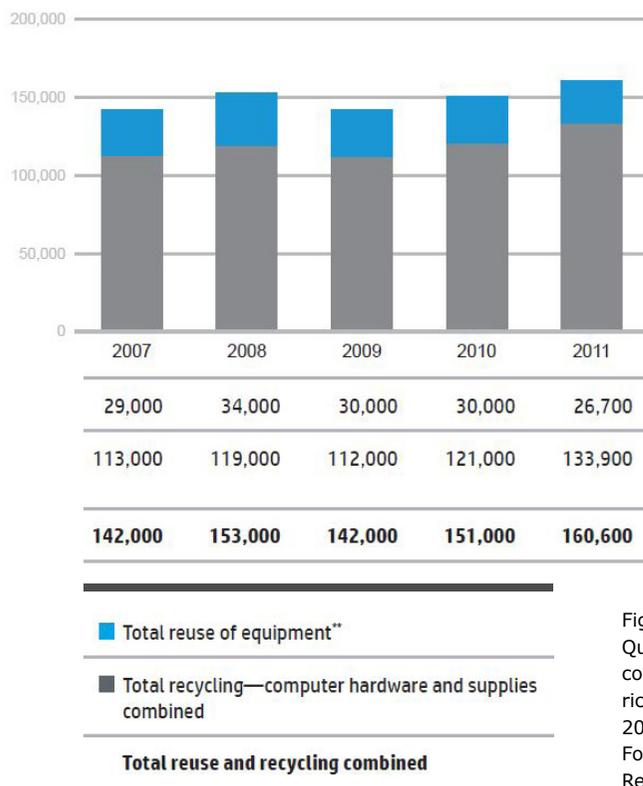


Figura 4.9
Quantitativi in tonnellate dei componenti destinati a riuso e a riciclaggio in Hp nel periodo 2007-2011
Fonte: HP 2011 Global Citizenship Report

tate dai 2.960.000 del 2007 ai 3.440.000 del 2011. Nuovi materiali, processi produttivi evoluti, tecniche di valutazione, analisi con software avanzati e cultura progettuale protesa all'ottimizzazione hanno dunque fatto sì che negli ultimi anni i componenti Hp abbiano subito da un lato una diminuzione nel loro peso medio e dall'altro una maggiore facilità nel loro possibile riutilizzo per rientrare nuovamente in fase di distribuzione. Il 65% dei componenti destinati a riutilizzo sono stati forniti dai *clienti stessi*: ciò significa che il processo di **sensibilizzazione** verso l'utente finale è stato progettato in maniera adeguata e capillare, *incentivando* tramite pratiche di *rivalutazione dell'usato* la *riconsegna* da parte dell'utente del prodotto a fine vita.

I quantitativi in massa invece destinati a riciclaggio, che comprendono soprattutto componenti hardware e cartucce inkjet e laserjet, preponderanti in modo sostanziale rispetto a quelli per cui è previsto il riutilizzo, sono aumentati dal 2007 al 2011, passando da 113.000 tonnellate a quasi 134.000 t, per un incremento in cinque anni di circa il 19%. Il *riciclaggio* nel programma ambientale

perseguito da Hp, in linea con le direttive internazionali riguardo al trattamento dei prodotti a fine vita, è l'*opzione secondaria* nel caso in cui la possibilità di riuso dei componenti non sia possibile da effettuare. In Fig. 4.10 viene presentato uno schema delle *opzioni a disposizione* del cliente per il trattamento dei prodotti a fine vita, e in che modo possono interagire all'interno del programma di riuso e recupero aziendale. Come si può osservare, sono previste forme di recupero da *leasing*, corrispondente a una sorta di comodato d'uso: se il possesso del bene non viene riscattato dopo il versamento di un canone periodico, questo ritorna di proprietà dell'azienda, che procede quindi nel caso di Hp alle operazioni di recupero o di riciclaggio. La restituzione del prodotto può essere retribuita, o semplicemente il cliente può donare il prodotto usato. Dal riuso si ottengono *prodotti* che attraverso opportuni trattamenti vengono *reintrodotti in filiera* e successivamente quindi in *commercio*, mentre tramite il riciclaggio si possono ottenere nuovi semilavorati e materie prime, si può recuperare energia o semplicemente si mandano i componenti a smaltimento, come ultima soluzione in ordine gerarchico.

Reusing an electronic product extends its life and reselling refurbished equipment can generate additional revenue. But eventually, all IT equipment reaches the end of its useful life. Recycling programs for electronic equipment can reduce the need for raw materials and energy to manufacture new products and help ensure that returned electronic

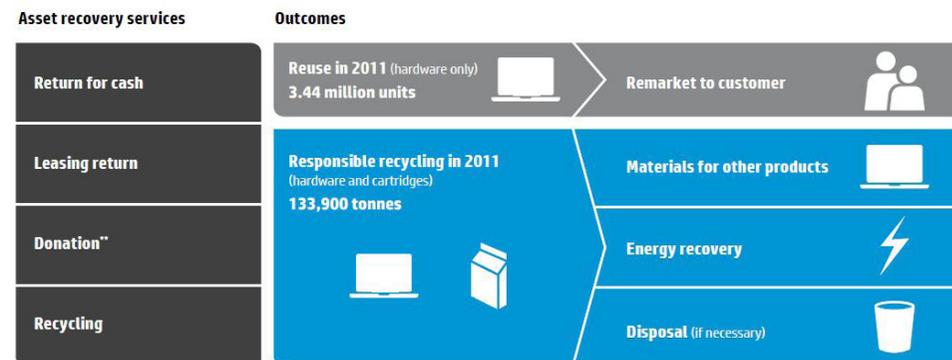


Figura 4.10 Opzioni per il cliente nel programma di riuso e riciclaggio Hp
Fonte: HP 2011 Global Citizenship Report

equipment is managed responsibly.²⁰

Hp è anche cofondatore della **European Recycling Platform**²¹, una struttura diffusa in circa cinquanta paesi che fornisce *servizi di recupero e riciclaggio* sulla base delle diverse legislazioni locali e della rete di imprese coinvolte. Per rendere queste pratiche di ecosostenibilità più fluide e semplici possibili, sono state pubblicate per ogni prodotto, suddiviso per categoria, **istruzioni per facilitarne il disassemblaggio**, sulla base della direttiva **EU 2002/96/EC**²², meglio nota come WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment). Ogni scheda è suddivisa in 4 punti:

1 Categoria e nome del prodotto:

viene indicata in maniera univoca *la categoria e il codice* di riferimento del prodotto in questione

2 Elenco dei componenti che richiedono trattamenti specifici:

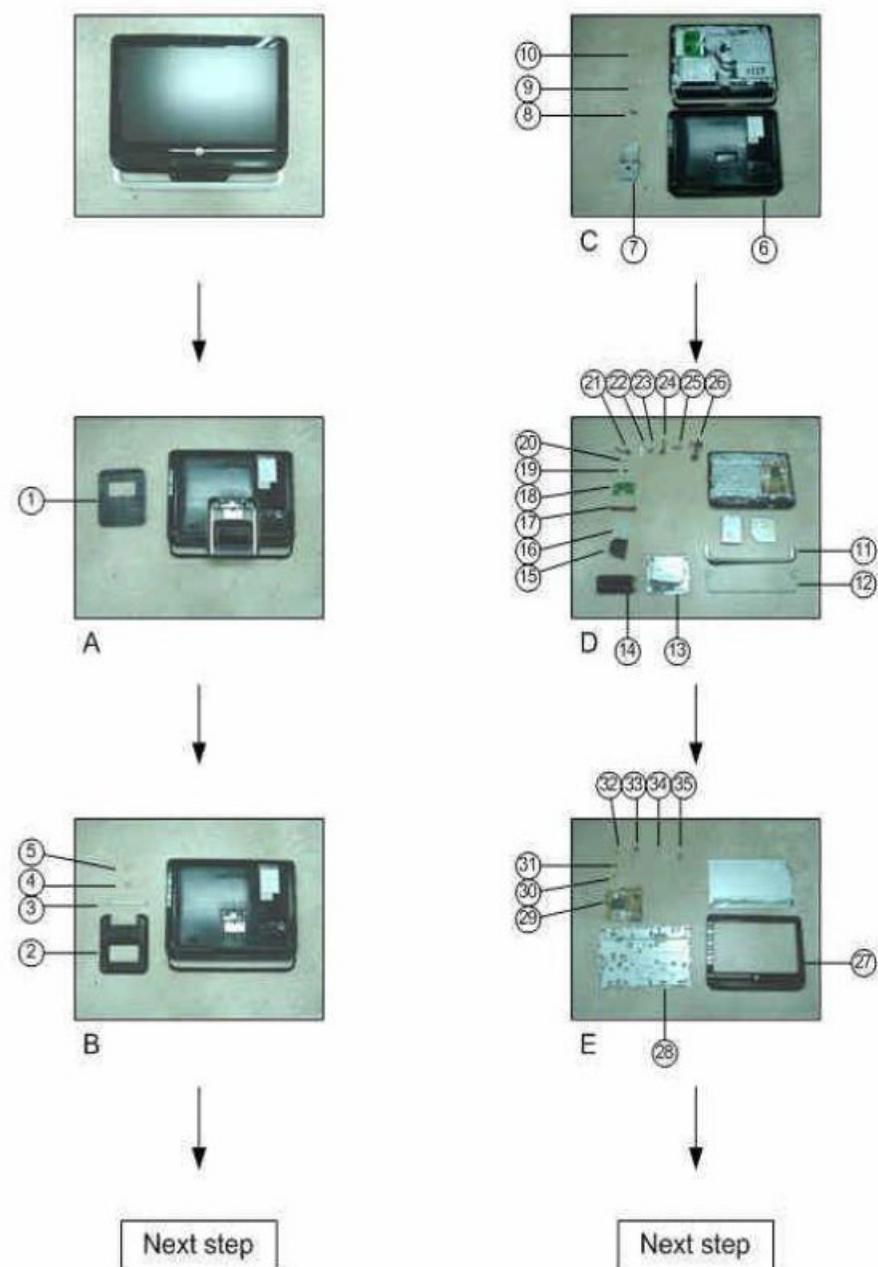
in questa sezione vengono indicati quei *componenti e le quantità relative* presenti nel prodotto che richiedono un *trattamento specifico*, in quanto potrebbero essere dannose per la salute e per l'ambiente se non opportunamente manipolate. È questo il caso delle batterie, dei circuiti elettronici, dei componenti contenenti mercurio, dei condensatori, degli schermi LCD, dei componenti contenenti inchiostro come le cartucce, dei componenti contenenti fibre ceramiche, delle parti contenenti sostanze radioattive e altri ancora.

3 Elenco degli strumenti richiesti:

viene presentata una lista degli *strumenti* (con indicate se necessario anche le dimensioni) richiesti per effettuare un corretto *disassemblaggio* di tutti i componenti del prodotto come cacciaviti, brugole, chiavi.

4 Procedura di disassemblaggio del prodotto:

questa è la sezione più importante della scheda, in quanto viene spiegato in maniera analitica la *flow chart* [Fig. 4.11] di ogni passaggio necessario alla separazione di tutti i componenti con immagini di riferimento esplicative. Tramite



20 Fonte: HP 2011 Global Citizenship Report

21 <http://www.erp-recycling.org/> (ultima conn. al sito 12-2-2013)

22 <http://eur-lex.europa.eu> (ultima conn. al sito 2-2-2013)

Figura 4.11 Procedure progressive della scheda di istruzioni per il disassemblaggio dell'HP 18 All-in-One PC

Fonte: www.hp.com>HP Environment>Recycling & Reuse

Procedure		Part					Disassembly			Remark
No.	Picture	No.	Name	Picture	Material	Weight (g)	Connection Technique	Tool	Time (s.)	
A		1	Plastic case		Plastic	93.40	Snap	Lever	83	-

Procedure		Part					Disassembly			Remark
No.	Picture	No.	Name	Picture	Material	Weight (g)	Connection Technique	Tool	Time (s.)	
B		2	Plastic case		Plastic	110.70	Screw	Screwdriver, Slanted pliers	26	-
		3	Metal frame		Metal	67.96				
		4	Screw		Metal	2.42				
		5	Metal piece		Metal	5.15				

Procedure		Part					Disassembly			Remark
No.	Picture	No.	Name	Picture	Material	Weight (g)	Connection Technique	Tool	Time (s.)	
C		6	Plastic case		Plastic	543.60	Snap, Screw	Screwdriver, Lever, Star Screwdriver, Slanted pliers	71	-
		7	Metal piece		Metal	154.30				
		8	Screw		Metal	8.61				
		9	Metal ring		Metal	2.32				
		10	Metal piece		Metal	0.08				

Figura 4.12 Distinta dei componenti relativa a 3 procedure progressive di disassemblaggio dei subassiemi dell'HP 18 All-in-One PC
Fonte: www.hp.com>HP Environment>Recycling & Reuse

tabelle successive [Fig. 4.12] in progressione periodica (Procedura A, Procedura B, Procedura C,...) vengono presentati i nomi dei componenti dei vari subassiemi, la quantità, il peso, la tecnica di connessione, gli strumenti necessari e il tempo in secondi richiesto dall'operazione.

Il **cliente** dunque diventa **parte attiva e fondamentale** del processo. I componenti che rientrano in Hp vengono successivamente analizzati, ne viene verificato il funzionamento e quelle parti che possono essere recuperate rientrano nella filiera di assemblaggio, diventando nuovi prodotti. Per l'azienda il costo è relativo solo alla manodopera, in quanto quello per la materia prima viene praticamente azzerato. Il processo è *vantaggioso* anche per il cliente, in quanto i prodotti cosiddetti **Refurbished** (Rinnovati), sono disponibili sul mercato a prezzi molto inferiori rispetto agli stessi modelli originali, garantendone le stesse funzionalità e prestazioni. Per il cliente rimane dunque da superare solamente il vincolo mentale, causa spesso del freno di molte aziende verso l'attuazione di queste soluzioni, di acquistare un prodotto non "vergine", ma che deriva da recupero. Probabilmente questa accettazione culturale richiede solo un pò di tempo, ma sicuramente è una strategia che offre per il futuro *vantaggi* da un punto di vista:

- **ambientale**, in quanto viene ridotto enormemente il quantitativo di materiali e componenti che vengono destinati a smaltimento in discarica, che specie nel caso dei dispositivi elettronici sono causa di forte inquinamento del territorio
- **economico per l'azienda**, in quanto il costo della materia prima viene abbattuto drasticamente e si possono ottenere prodotti con le stesse prestazioni e funzionalità degli originali da rimettere nel mercato
- **economico per gli utenti**, in quanto il prezzo di acquisto di un prodotto rinnovato e ottenuto da componenti di recupero è molto più basso, arrivando anche a percentuali inferiori del 60% rispetto allo stesso originale

È stato presentato il caso di Hp, ma sono molte le grandi aziende che si stanno mobilitando negli ultimi anni dal punto di vista *logistico e organizzativo*, grazie anche alla nascita di direttive internazionali come appunto la WEEE per l'elettronica, la ELV per il settore automotive e la RoHS per quanto riguarda i materiali pericolosi, per effettuare una ritrasformazione della produzione e della distribuzione basata sul concetto che promuovere operazioni di recupero e di riciclaggio costituisca un fattore vantaggioso in termini economici e ambientali.

Si stanno investendo molte risorse a livello internazionale in *ricerche* volte all'ottimizzazione o allo sviluppo di tecnologie in grado di migliorare le operazioni di disassemblaggio e separazione dei componenti di un prodotto al fine di favorire il recupero, il riuso e il riciclaggio. Una delle proposte più interessanti in questo settore viene sviluppata dall'inizio degli anni '80 da **Joseph Chiodo**, padre dell'*Active Disassembly*, attività che studia tecniche per l'automatizzazione della fase di disassemblaggio, abbassandone i tempi e costi a livello industriale. La ricerca di Chiodo, fondatore dell'**Active Disassembly Research**²³, azienda che collabora con imprese del calibro di Panasonic, Philips, Kodak, Sharp, Canon, Dyson e altre ancora, ha presentato delle linee guida per migliorare la progettazione in ottica sia di DfA sia soprattutto di DfD. Nel 2005 ADR ha pubblicato online un documento in cui sono state promosse procedure in ottica DfD che vertono principalmente su tre versanti, ovvero adeguata *selezione dei materiali* per favorire il recupero e il riciclaggio, *corretta architettura* dei componenti e del sistema prodotto e studio intelligente delle *connessioni* tra i componenti.

Per quanto riguarda il recupero e riciclo dei materiali, è stato dimostrato che l'aspetto più critico per il disassemblaggio a livello industriale consiste nel **riottenimento** di materiali puri che possono essere poi trattati e riciclati. Molto spesso i subassiemi di prodotti complessi presentano una gran *varietà* di materiali eterogenei, e a meno che non si tratti di un componente il cui recupero costituisca un vantaggio dal punto di vista economico, la lentezza nel disassemblaggio manuale o automatizzato fa sì che questa strada sia spesso poco considerata per via dei costi che comporta. È possibile verificare nel documento di Chiodo come la scelta del disassemblaggio costituisce un fattore vantaggioso a livello economico sulla base di un indice MRR, o **Material Removal Rate**, ovvero un rapporto massa/tempo che stabilisce una soglia di accettabilità relativa a diversi

23 Fonte: www.activedisassembly.com (ultima connessione al sito 3-12-2012)

Precious Metals		Metals		Plastics		Glass	
Gold	0.05	Copper	300	PEE	250	Glass	6000
Palladium	0.14	Aluminium	700	PC, PM	350		
Silver	5.10	Iron	50,000	ABS	800		
				PS	1000		
				PVC	4000		

Figura 4.13 I quantitativi in grammi per stabilire gli indici MRR relativi al disassemblaggio manuale di diversi materiali stabiliti dal Philips Centre for Manufacturing Technology
Fonte: Active Disassembly Research, *Design for Disassembly Guidelines*

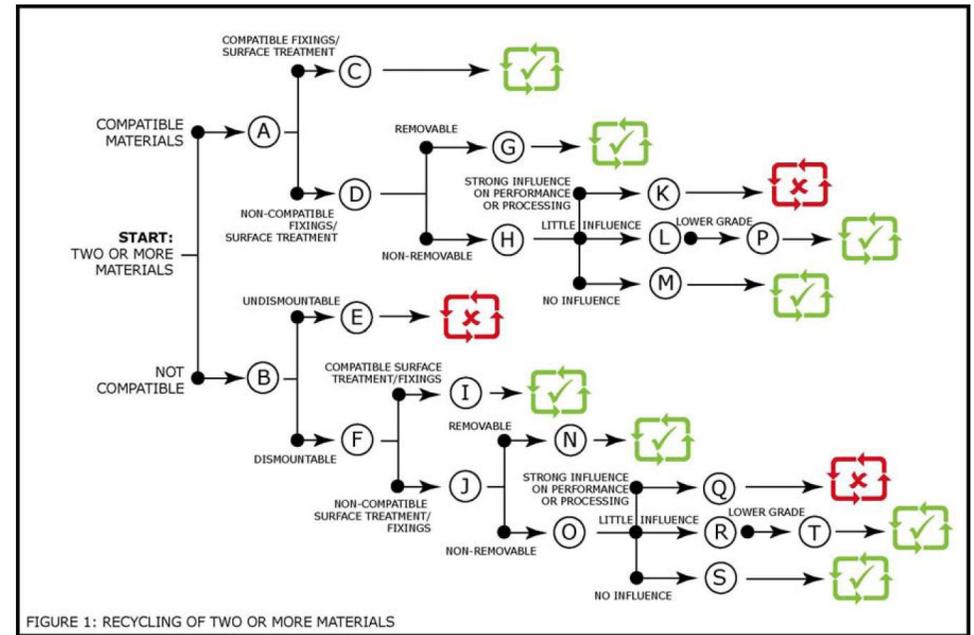


Figura 4.14 Flowchart procedurale per valutare le varie opzioni di riciclabilità di due o più materiali in un assieme

Fonte: Active Disassembly Research, *Design for Disassembly Guidelines*

materiali per la quale è più conveniente optare per il *disassemblaggio automatizzato* piuttosto che per quello *manuale*. Nella tabella di Fig. 4.13 si possono leggere i *parametri di accettabilità* in grammi/minuto per il disassemblaggio manuale relativo a diversi materiali affinché a livello aziendale non costituisca né una perdita né un guadagno.

Dal punto di vista della riciclabilità dei materiali che costituiscono i diversi componenti presenti in un sub-assieme o in un assieme, è stato determinato invece che i problemi principali sono costituiti dalla facilità di separazione dei singoli componenti al fine di ottenere materiale puro. Questo aspetto dimostra come una scelta molto vantaggiosa a livello progettuale in chiave DfD consista nel **limitare l'utilizzo di materiali diversi**, optando per sub-assiemi il più possibile monomaterici, senza ovviamente compromettere funzionalità e prestazioni del prodotto. ADR ha sviluppato una **flowchart** procedurale [Fig. 4.14] che riguarda tutte le possibili situazioni che possono presentarsi per la valutazione della riciclabilità di due o più materiali presenti in un prodotto. Tramite la lettura grafica del diagramma, è possibile stabilire le *diverse combinazioni* che determinano la *riciclabilità* di un assieme. Le combinazioni possibili sono 7 per la riciclabilità e

3 per la non riciclabilità, con un numero variabile di passaggi previsti (combinazioni per riciclabilità in 2 passaggi: A-C; in 3: A-D-G, B-F-I; in 4: A-D-H-M, B-F-J-N, in 5: A-D-H-L-P; in 6: B-F-J-O-R-T; combinazioni per non riciclabilità: A-D-H-K, B-E, B-F-J-O-Q). A seconda dunque che ci si trovi in presenza di materiali eterogenei, di connessioni di facile smontaggio e componenti compatibili tra loro, il numero di passaggi richiesto per la separazione volta al recupero e al riciclaggio viene influenzato notevolmente, arrivando in alcuni casi anche alla non fattibilità economica e operativa. Sicuramente il momento determinante per effettuare scelte che prediligano la coerenza materica e che favoriscano le procedure di recupero e riciclaggio è costituito dalla fase iniziale di sviluppo prodotto, in quanto correzioni in itinere e in fase di produzione determinano dei costi spesso proibitivi per un'azienda.

Dal punto di vista del design di componente e dell'architettura di prodotto, le linee guida di ADR presentano alcune considerazioni interessanti in chiave di una corretta separazione dei componenti al fine di favorire il riciclaggio e il recupero. Viene ad esempio posto come punto fondamentale quello di limitare il numero di componenti e la differenza materica tra questi, senza ovviamente compromettere proprietà funzionali o strutturali del prodotto. Le fasi ad esempio di verniciatura dei componenti polimerici in molti casi impediscono la possibilità di riciclare il materiale: in fase di progetto è necessario valutare una strategia alternativa in grado di ottenere lo stesso risultato evitando di ricorrere ad un processo che ne comprometta il recupero.

Uno degli aspetti più importanti su cui Chiodo ha focalizzato le sue ricerche è relativo alla scelta delle connessioni e delle giunzioni tra i componenti. Secondo quanto riportato nel *Design for Disassembly Guidelines*, compito del designer è quello di optare per soluzioni che **minimizzino** il numero e le tipologie di connettori presenti in un assieme. Gli elementi di giunzione devono essere perlopiù standardizzati, in modo che la loro rimozione o sostituzione sia resa semplice ovunque il prodotto si trovi, o addirittura rimossi, preferendo come soluzioni da adottare (rispetto ad esempio all'utilizzo di viti tradizionali), sistemi di *snapfit* integrati nei componenti e quindi dello stesso materiale, favorendone così il riciclo sulla base di quanto detto in precedenza. L'ultimo punto delle linee-guida del documento relative ai connettori fa accenno alla possibilità di utilizzare sistemi di connessione ADSM. L'**Active Disassembly using Smart Materials** è una tecnologia che punta a velocizzare in maniera sostanziale le pratiche di disassemblaggio automatizzato. Tramite l'utilizzo di *smart materials* come polimeri o leghe a memoria di forma, ADR sta sviluppando sistemi di connessione in grado

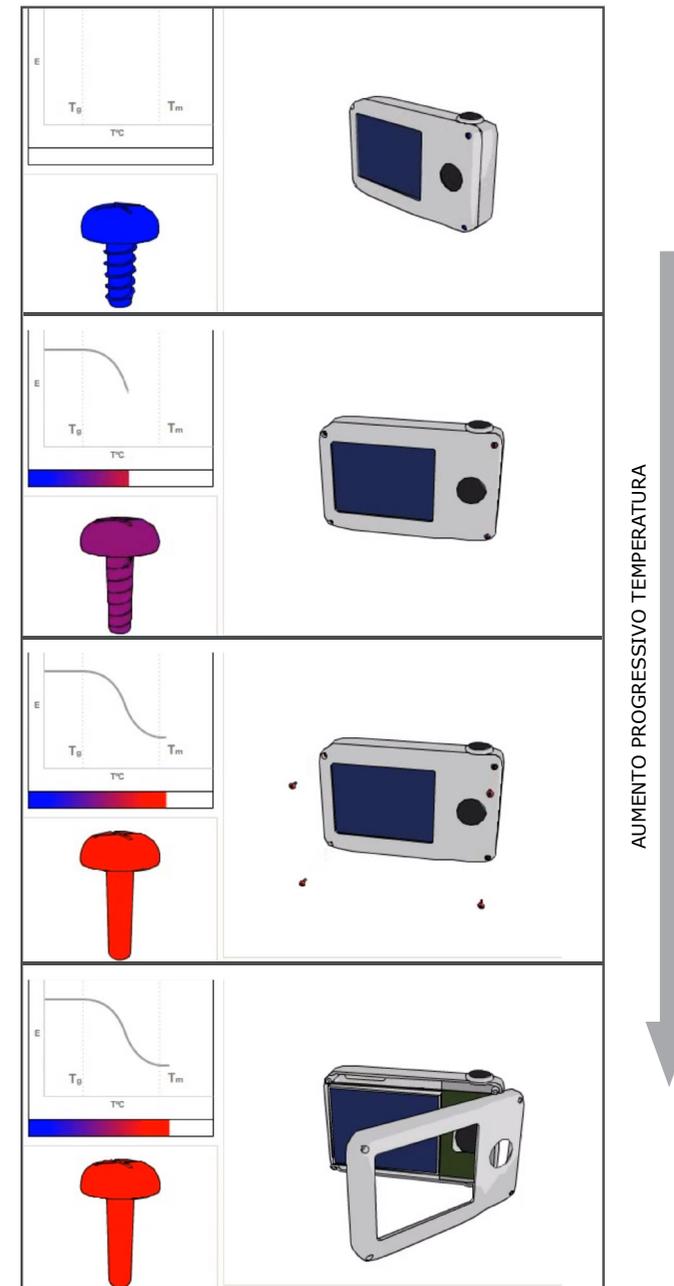


Figura 4.15 Vite ADSM per facilitare la separazione automatizzata dei componenti di un assieme
Fonte: <http://www.activedisassembly.com>

di variare la propria geometria se sottoposti a sollecitazione termica. Usando ad esempio per l'assemblaggio di due componenti invece della vite tradizionale una vite in polimero o lega metallica shape memory [Fig. 4.15], si può ottenere una connessione removibile senza l'ausilio di un operatore, con complicazioni molto minori a livello di tempistiche industriali. Nel caso di una vite realizzata in smart material, è possibile ottenere due diverse geometrie per il connettore: durante la fase di utilizzo la vite tiene serrati i componenti tra loro; nel momento in cui il prodotto arriva a fine vita e deve essere disassemblato per essere avviato a recupero/riciclaggio, tramite semplice somministrazione di calore, a una certa temperatura di *innesco*, la **geometria** del connettore si modifica, **eliminando la filettatura** e ottenendo così una superficie liscia non più in grado di bloccare le parti interessate, *consentendo* dunque con una semplice movimentazione automatica (vibrazione, ribaltamenti successivi,...) la loro *separazione*. Il caso della vite è solo uno dei molti sistemi di connessione ADSM che ADR sta sviluppando: sono in progettazione infatti snap-fit, rivetti, adesivi a rilascio, coating interstiziali, pin di bloccaggio, spray adesivi reversibili e altro ancora, tutti basati sullo stesso principio del cambio di geometria in funzione della sollecitazione termica applicata.

Dal punto di vista ambientale ed economico l'ADSM presenta delle caratteristiche di estrema competitività rispetto ai sistemi di connessione tradizionali, in quanto, sebbene la materia prima sia più costosa, il disassemblaggio è reso più semplice e veloce, non richiedendo soprattutto l'intervento di un operatore. Nel momento in cui questa tecnologia di connessione diventerà prassi comune, alcuni settori come ad esempio l'elettronica subiranno una vera e propria *rivoluzione* dal punto di vista della *trasformazione logistica interna* alla filiera progettuale, produttiva e distributiva. È chiaro che nel momento in cui i costi di disassemblaggio a livello industriale vengono abbassati drasticamente, per un'azienda diventa assolutamente vantaggioso recuperare i componenti dai dispositivi a fine vita, per destinarli a pratiche più sostenibili ed economicamente vantaggiose come il riuso o il riciclaggio.

Il *Design for Disassembly Guidelines* di Chiodo si conclude presentando una sintesi generale degli aspetti principali che un designer deve tenere in considerazione a partire dalle fasi iniziali di progettazione per sviluppare prodotti in maniera responsabile e corretta in chiave DfD:

- *scegliere materiali il più possibile compatibili con il riciclaggio*
- *evitare l'uso di materiali che necessitano di essere separati prima della fase di riciclaggio*
- *usare il minor numero e il minor numero di tipologie diverse di componenti*

possibili senza compromissioni strutturali o funzionali

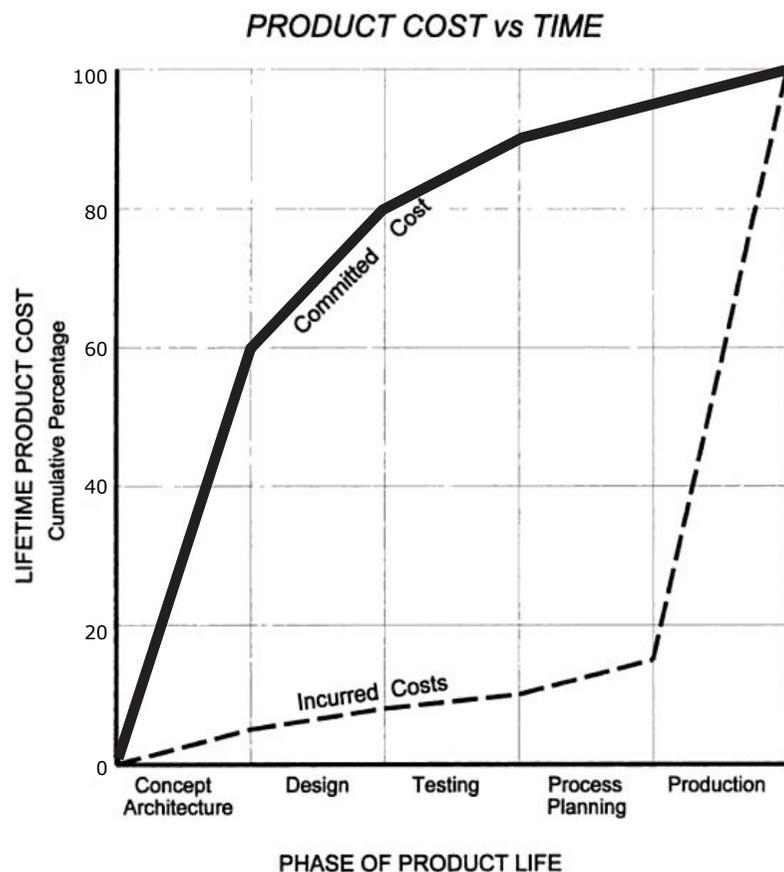
- *integrare i componenti relativi a una stessa funzione se possibile*
- *standardizzare l'utilizzo dei connettori*
- *progettare componenti facilmente disassemblabili*
- *applicare adesivi non inquinanti ai componenti*
- *garantire un buon accesso ai componenti e ai connettori*
- *evitare processi come la verniciatura dei materiali polimerici che compromettono la possibilità di riciclo*
- *valutare l'utilizzo della tecnologia ADSM per prodotti non sottoposti a temperature di esercizio critiche²⁴*

Il DfD è una pratica progettuale che oggi deve essere presa in considerazione da parte del mondo produttivo. Il mondo del disegno industriale sta subendo e sta promuovendo (sebbene quest'ultima operazione in maniera piuttosto lenta) un processo di **sensibilizzazione** riguardo la tematica dello sviluppo di prodotti prevedendone un semplice disassemblaggio, in modo da favorire pratiche volte al riuso e al riciclaggio di componenti e materiali. Il processo sta comportando *trasformazioni* a livello produttivo e distributivo. È ipotizzabile a mio avviso che in futuro lo stesso concetto di possesso di un bene subirà uno stravolgimento, in quanto le imprese per prime potrebbero essere interessate a mantenere il possesso del bene prodotto per poterne recuperare a fine vita materiali e componenti da reimmettere in filiera per ottenere **prodotti ricondizionati** pronti a una nuova commercializzazione. È un processo che prevede dei **cambiamenti** a livello progettuale, produttivo, distributivo, ma soprattutto culturale da parte sia delle aziende che dei consumatori in grado tuttavia di offrire soluzioni potenzialmente vantaggiose in termini economici e di sostenibilità ambientale.

4.3 Un approccio olistico per una progettazione sostenibile

Un aspetto fondamentale per il design riguarda l'approccio iniziale alla **fase di progettazione** di un sistema o di un prodotto. Può sembrare una considerazione ovvia, ma è in questa fase che si vengono a delineare la maggior parte di quelli che saranno i costi legati alla *produzione e alla distribuzione*, le ripercussioni a livello di *impatto ambientale* e la stessa possibilità di apportare *interventi correttivi* in itinere a un prodotto. David Anderson ha sviluppato il grafico dell'**andamento dei costi relativi** alla produzione di un artefatto in funzione del tempo [Fig. 4.16]. Si può osservare come abbia inserito tre fasi intermedie tra il

Figura 4.16 Grafico dell'andamento dei costi durante le varie fasi di sviluppo prodotto
Fonte: Design for Manufacturability & Concurrent Engineering



momento iniziale di concept architettonico di prodotto e quello relativo alla produzione vera e propria, corrispondenti alla progettazione, al testing preliminare di prototipo e alla pianificazione dei processi.

L'analisi di dati relativi alla produzione media annuale di grandi aziende internazionali del settore manifatturiero ha portato a stabilire che le fasi più impattanti a livello di costi necessari allo sviluppo di un prodotto sono determinate dalle prime due. Le fasi dunque di **concept** e di **progettazione** determinano l'80% dei *costi di produzione finali*, caratteristica che dimostra l'importanza di una loro corretta impostazione.

[...] by the time a product goes into production, 95% of its cost is determined, so it will be very difficult to remove cost later. The most profound implication for product development is that 60% of a product's cumulative lifetime cost is committed by the concept/architecture phase! This is why it is important to fully optimize this phase [...].²⁵

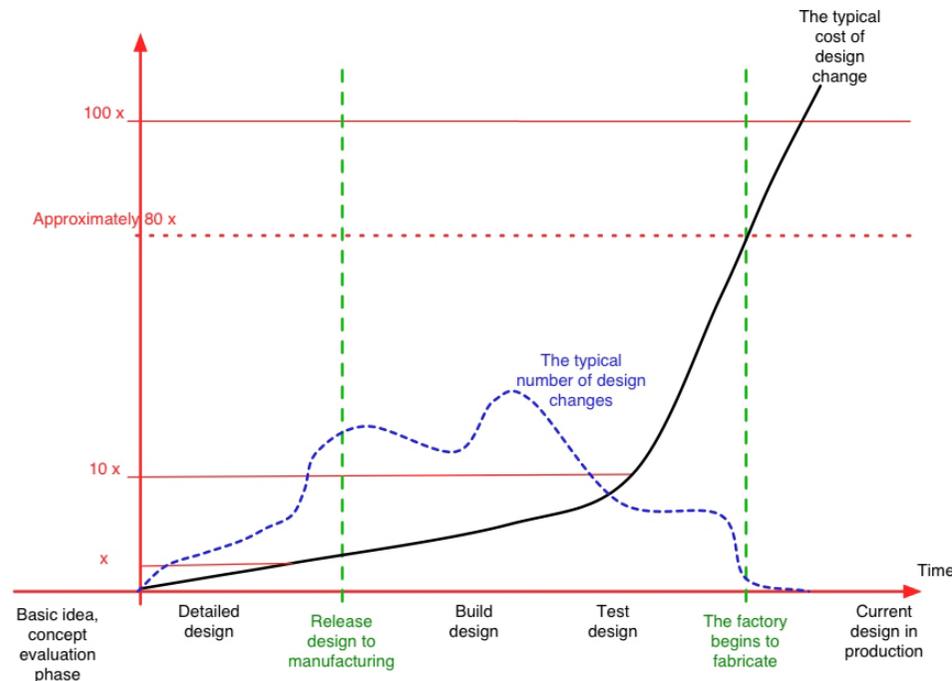
Queste fasi iniziali sono molto delicate, dal momento che costituiscono dei costi *potenziali e futuri* non immediatamente *tangibili e percepibili* da parte dell'azienda, ed è proprio qui che interviene la figura del designer, che consapevole di ciò deve essere in grado di prevedere le implicazioni produttive delle sue scelte progettuali. Come dimostra la *curva tratteggiata*, i **costi effettivi** sono poco incisivi nelle prime quattro fasi (concept architecture, design, testing e process planning), mentre diventano assolutamente rilevanti nella fase finale di produzione, costituendo quasi il 95% del totale. Questa differenza nell'andamento delle curve dimostra come sia fondamentale, specialmente in un settore come quello relativo al disegno industriale in cui spesso le aziende si affidano a collaborazioni esterne per lo sviluppo di nuove idee, che l'**interazione** tra designer e uffici tecnici sia molto stretta. Se le fasi iniziali di concept e progettazione non vengono effettuate adeguatamente a monte, il rischio di creare degli sprechi e di compromettere in maniera significativa la struttura produttiva e di conseguenza quella distributiva è molto alto, comportando dei costi postumi di correzione ingenti e quindi un **danno economico rilevante** per un'azienda. I costi relativi ad un cambio progettuale in itinere sono direttamente proporzionali e non eccessivamente ingenti nelle fasi iniziali fino alla fase di prototipazione e relativi test. Da questa fase in poi invece, al momento dunque dell'*avvio della*

25 Anderson D.M., 2008, *Design for Manufacturability & Concurrent Engineering. How to Design for Low Cost, Design in High Quality, Design for Lean Manufacture, and Design Quickly for Fast Production*, CIM Press

produzione, i **cambi progettuali** costituiscono un costo alto a livello di risorse e processi coinvolti, come si può leggere dal grafico di Fig. 4.17 sviluppato dal Prof. Paul Ranky del *New Jersey Institute of Technology*²⁶. Si può anche osservare come le **modifiche in itinere**, fisiologiche e necessarie per il corretto sviluppo di un prodotto, seguono un andamento non costante nelle fasi iniziali, presentano un *picco* durante la fase di prototipazione, per poi *declinare progressivamente* fino ad arrestarsi al momento limite di *inizio della produzione*, fase in cui non è più ammissibile prevedere dei cambiamenti per via dei costi che ciò comporterebbe. Una corretta ideazione in fase di *concept* e di *progettazione* possono garantire una netta diminuzione dei costi nelle successive fasi di vita di un prodotto. Le implicazioni ambientali, strategiche ed economiche che queste

26 Ranky P., 2002-2008, *Concurrent Engineering and PLM (Product Lifecycle Management)*, CIMware USA, Inc

Figura 4.17 Costi relativi ai cambi progettuali durante le varie fasi di sviluppo di un prodotto
Fonte: <http://www.cimwareukandusa.com>



due fasi comportano hanno determinato un grande investimento in termini di ricerca negli ultimi anni in tecniche e metodologie volte al loro miglioramento. David Anderson propone una serie di *passaggi metodologici* per ottenere **ottimizzazione** dal punto di vista del *concept di prodotto*, in modo da evitare l'insorgere di problemi nelle successive fasi di vita. Questi passaggi devono essere considerati parallelamente alla fase di **pianificazione dei processi**, e devono essere sviluppati da team multidisciplinari in modo da far emergere in maniera tempestiva eventuali criticità. Le strategie per ottimizzare la fase di concept sono secondo Anderson le seguenti:

- *Form multifunctional team with all specialities active early*
- *explore many ways to achieve design simplicity*
- *optimize product architecture*
- *formulate off-the-shelf part strategy*
- *formulate modular strategy*
- *formulate strategies for quality, reliability, test, repair and service*
- *decide level of standardization; select or adopt standard part lists*
- *formulate strategies for part combinations [...]*
- *understand regulatory compliance issues and develop compliance plans*
- *formulate design strategy for product family variety, configurations, customization, derivatives, and subsequent products*
- *determine design philosophy goals and directives, such as optimizing off-the-shelf part utilization, avoiding labor intensive steps, using only proven processing and suppliers, self fixturing parts, and so forth*²⁷

Va innanzitutto osservato dalla presentazione di questi punti come il tema della *semplicità* ritorni, in quanto motivo di potenziali vantaggi in tutte le fasi del ciclo vita, dalla produzione, alla distribuzione, fino ad arrivare al fine vita e quindi alla possibilità di recupero dei componenti di un prodotto. Progettare in maniera semplice comporta tutta una serie di vantaggi economici e ambientali in grado di costituire un elemento di forte competitività per le aziende e rappresenterà a mio parere uno dei punti chiave per il design dei prossimi anni.

É sicuramente interessante anche l'**impostazione multidisciplinare** che viene suggerita nel primo punto, in quanto sicuramente il coinvolgimento di attori *esterni* alla progettazione e alla produzione può offrire spunti interessanti e prospettive che spesso chi lavora a stretto contatto con ad esempio i reparti pro-

27 Anderson D.M., 2008, Op.Cit.

duttivi non riesce a focalizzare e immaginare, in quanto l'essere troppo dentro a certe dinamiche da un lato crea sicuramente capacità di controllo e gestione, dall'altro però limita anche la possibilità di apertura verso soluzioni e strade non percorse prima. L'impiego di *risorse umane e finanziarie* volte esclusivamente all'*ottimizzazione* delle fasi iniziali di **sviluppo concept** e di architettura di progetto al fine di aumentare l'efficienza di sistema è chiamato anche **Front Ended Design**:

*There is tremendous leverage in investing adequate human and financial resources into the earliest phases of the development process. A Front Ended Design can lead to better-considered decisions, lower life cycle costs, and fewer late changes, through a concentration of design activity and decisions in the earliest phases, where changes cost the least.*²⁸

Il punto forse più stimolante forse tra quelli presentati da Anderson, specie in ottica di un metodo volto al riutilizzo dei rifiuti derivati dalle lavorazioni industriali, è quello che riguarda la formulazione di **strategie progettuali** volte a pensare in fase di progettazione alle possibili *derivazioni e customizzazioni* del concept principale. I prodotti derivati da altri processi potrebbero essere definiti già in fase di concept, tramite dei *team appositamente dedicati*, delineando le possibilità di combinazione dei rifiuti per ideare con essi prodotti di diversa tipologia, non per forza connessi a ciò che l'azienda produttrice distribuisce, ma che potrebbe fornire a terzi interessati alla loro distribuzione sul mercato. Si tornerà comunque su questo punto successivamente.

I punti appena presentati forniscono un buon esempio di come, attraverso un'opportuna **pianificazione metodologica**, possono essere sviluppati dei *codici procedurali* in grado di permettere ad aziende e progettisti di compiere delle valutazioni ad ampio raggio sulle diverse fasi di vita di un prodotto e sulle conseguenze che determinate scelte ed azioni implicano a seconda della fase di sviluppo in cui ci si trovi (in questo caso quella di ideazione del concept di prodotto). Codici simili a questo, declinati sulla base dei diversi momenti di sviluppo, permettono di compiere delle considerazioni di carattere generale sul sistema-prodotto valutato nella sua interezza, in modo da poter far emergere immediatamente eventuali criticità ed effettuare correzioni prima che i costi

diventino impattanti su più versanti.

Un ambito molto interessante in questo senso è costituito dal **Whole System Approach to Sustainable Design**²⁹, una filosofia progettuale che prevede un *approccio olistico* allo sviluppo di un prodotto in grado di puntare non tanto sull'ottimizzazione dei *singoli componenti* che costituiscono un assieme, quanto sul *miglioramento complessivo* di tutti gli aspetti a esso relativi e delle relazioni tra loro esistenti: non si parla più di prodotto, ma di sistema-prodotto. Implementare non il singolo componente ma tutti gli aspetti della rete di attività coinvolte nel processo di sviluppo del **sistema-prodotto** consente di prevedere con maggiore facilità gli aspetti critici, in modo da poterli evitare o tempestivamente correggere.

*Si tende sempre a considerare gli elementi separatamente: progettare una finestra senza l'edificio, una luce senza la stanza, un motore senza la macchina è come progettare il pellicano senza il pesce. Ottimizzare la componente isolatamente tende a pessimizzare l'intero sistema, e quindi il risultato finale. È davvero possibile ottenere un sistema meno efficiente pur rendendo più efficiente ogni sua singola parte, proprio perchè non essendo progettati per funzionare l'uno a beneficio dell'altro, tutti i miglioramenti tenderanno a lavorare l'uno contro l'altro.*³⁰

Ovviamente, tanto più l'assieme è complesso, tanto è maggiore la difficoltà di valutare in maniera onnicomprensiva tutte le **criticità** su cui intervenire. Un approccio comunque che miri a *intervenire su tutto il ciclo vita* del prodotto e su tutta la rete a esso connessa presenta delle potenzialità vantaggiose in termini economici e ambientali. Progettare in maniera olistica significa considerare tutti gli aspetti legati a un progetto, dall'estrazione delle risorse alla fase di disassemblaggio legata al riuso e al recupero di materiale o energia, al fine di rendere l'intero sistema più efficiente. Solamente considerando tutti questi aspetti contemporaneamente già dalle fasi iniziali di concept e di progettazione è possibile ottenere questo miglioramento a livello di efficienza globale.

L'obiettivo del System Design è quello di aiutare le industrie a organizzarsi in raggruppamenti ecologici, in modo tale che, con reciproci be-

28 Stasinopoulos P., Smith M., Hargroves K., 2008, *Whole System Design: An Integrated Approach to Sustainable Engineering*, Ed. Earthscan, Oxford

29 Ivi

30 Hawken P., Lovins A., Hunter Lovins L., 1999, Op. cit

*nefici, gli scarti di una possano essere venduti come risorse a un'altra, applicando uno dei principi cardine dell'ecologia secondo cui quello che è scarto per una specie diventa nutrimento per un'altra.*³¹

In parallelo con il *Whole System Design* è stata sviluppata un'altra modalità di intervento che presenta caratteristiche strettamente interconnesse con la prima, chiamata **Whole System Engineering**, nata come conseguenza dell'aumento di specificità delle diverse branche ingegneristiche presenti oggi. Questo aumento di complessità e capacità di *valutazione del dettaglio* (strumento comunque fondamentale) può causare d'altra parte una diminuzione della capacità di concentrare il focus progettuale verso ciò che riguarda il prodotto inteso nella sua *globalità*. Il *Systems Engineering* è nato proprio affinché il mondo ingegneristico, nella progettazione di assiemi, subassiemi e componenti, consideri la progettazione di questi ultimi non come somma delle parti da ottimizzare isolatamente, ma come un insieme di fattori da considerare *insieme*, in modo che l'intero sistema risulti *più efficiente*. Questo processo progettuale si sviluppa in 4 fasi:

Phase 1: Need Definition

The aim of the Need Definition phase is to develop an understanding of the system, its purpose and its feasibility. This phase typically involves: performing a feasibility study, including requirements analysis and trade-off studies; drafting design specifications using customer interaction, quality function deployment and benchmarking against best-in-class competitors; and planning.

Phase 2: Conceptual Design

The aim of the Conceptual Design phase is to thoroughly explore the solution space for all possible options that address the Need Definition; and then to generate a set of conceptual systems for further development. This phase typically involves: researching; performing a functional analysis and decomposition; brainstorming a set of conceptual systems; and short-listing the conceptual systems by testing against the draft design specifications.

Phase 3: Preliminary Design

The aim of the Preliminary Design phase is to develop the set of conceptual systems into a set of preliminary systems; and then to select the best system for further development. This phase typically involves: developing a physical architecture; designing major physical subsystems and components while incorporating 'Design for X'; defining interfaces; selecting the best preliminary system by testing against the draft design specifications; and developing detailed design specifications.

Phase 4: Detail Design

*The aim of the Detail Design phase is to develop the selected preliminary system into the detail system. This phase typically involves: designing physical subsystems and components in detail while incorporating production-based 'Design for X'; subsystem testing and refining; and integration and system testing against the detailed design specifications.*³²

Le fasi relative al *Systems Engineering*, che coinvolgono i momenti iniziali di sviluppo prodotto (esclusa quindi la produzione, che però ne è influenzata in maniera diretta) prevedono dunque quattro momenti sequenziali interconnessi tra loro.

Nella **fase 1** si stabiliscono quei parametri e quei criteri che renderanno *fattibile* e *sostenibile* il progetto, sebbene definito ancora secondo linee di massima che inquadrano la funzione, le condizioni operative e i target di riferimento a esso relativi.

La **fase 2**, importante in quanto come si è visto prima è in questo momento che si determinano il 60% dei costi totali relativi alle varie fasi di sviluppo prodotto, è quella in cui si definisce attraverso quattro step l'*architettura generale* del concept del progetto, dopo aver esplorato, valutato e testato il maggior numero di configurazioni diverse possibili.

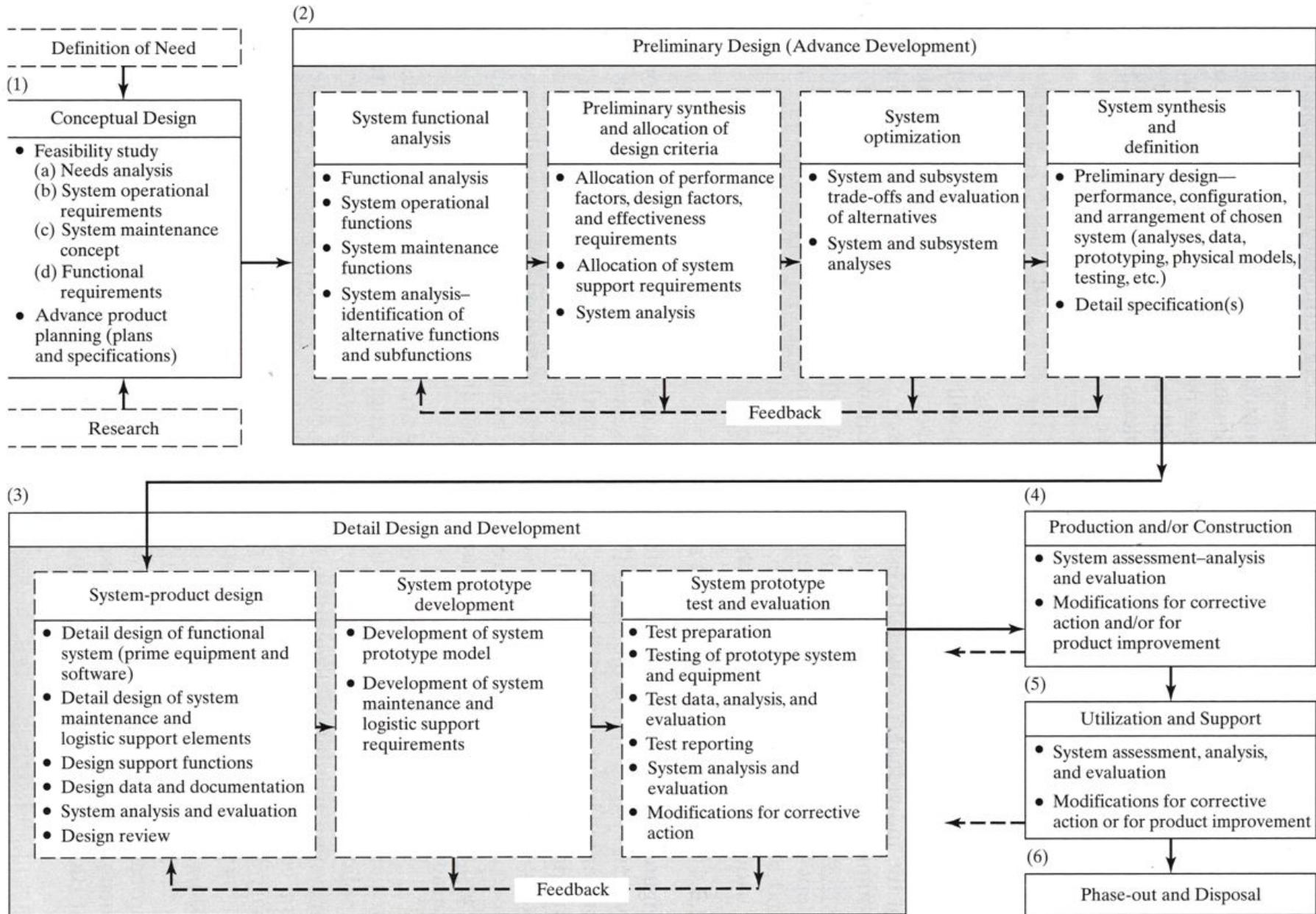
Nella **fase 3**, dopo una *preliminare selezione* delle idee scaturite dalla fase precedente, si approfondiscono quelli che saranno invece i *subassiemi principali del prodotto*. Questa fase è molto importante in quanto deve essere il più possibile coerente con le prime due, ovvero deve rispettare gli obiettivi di sostenibilità prefissati nella fase 1, rientrando nella logica configurativa dei concept approvati in fase 2.

La **fase 4** è sicuramente la più importante dal punto di vista del System Engi-

31 Baldo G., Marino M., Rossi S., 2008, *Analisi del ciclo di vita LCA, Gli strumenti per la progettazione sostenibile di materiali, prodotti e processi*, Edizioni Ambiente, Milano

32 Stasinopoulos P., Smith M., Hargroves K., 2008, Op. Cit.

Figura 4.18 Diagramma di flusso e interazioni delle fasi di sviluppo prodotto relative al metodo Systems Engineering
 Fonte: Blanchard B.S., Fabrycky W.J., Systems Engineering and Analysis



neering, in quanto corrisponde alla fase di *design esecutivo* in cui tutti i subassiemi e i componenti del progetto devono essere studiati e definiti in maniera dettagliata, ma a differenza del tradizionale metodo di progettazione, questa fase focalizza l'attenzione sull'*ottimizzazione complessiva* di tutti i fattori coinvolti nel sistema in modo che le tre fasi precedenti siano rispettate e soddisfatte (secondo tre passaggi logici sequenziali, corrispondenti a *ricerca, ottimizzazione del sistema e test*) e che il sistema prodotto sia considerato nella sua totalità.

In Fig. 4.18 vengono presentate le 4 fasi appena descritte tramite un diagramma di flusso sviluppato da Blanchard e Fabricky³³ e riproposto in *Whole System Design: An Integrated Approach to Sustainable Engineering*, in cui si possono osservare anche le fasi *successive alla progettazione*, corrispondenti alla fase di produzione, di utilizzo e di dismissione del **sistema-prodotto**. Il diagramma è molto utile per creare una mappa procedurale in modo da organizzare in maniera metodologica i vari step relativi al progetto, capire quali sono gli aspetti da ottimizzare durante ogni fase, per arrivare a una selezione di scelte progettuali nella fase di pre-produzione che abbiano soddisfatto il criterio principale di *valutazione del sistema-prodotto nella sua interezza*, ottimizzando subassiemi e componenti non in maniera isolata, ma interconnessa tra loro.

I vantaggi che derivano dal Whole System Design e dal Systems Engineering sono innumerevoli. Un approccio simile consente di prevenire costi di modifica del progetto nelle fasi successive a quelle di ideazione del concept e di design, le due fasi che determinano più di tutte le altre i costi legati allo sviluppo del progetto, migliorando e rendendo dunque più *efficiente* la produttività e l'utilizzo di risorse umane e di materia prima, aspetti di grande impatto economico per un'azienda.

Come è facile intuire, un approccio alla progettazione di tipo Whole System Design consente di ottenere dei vantaggi notevoli dal punto di vista del miglioramento dell'efficienza ambientale di un sistema prodotto. Considerazioni a livello progettuale relative alla *previsione degli impatti sull'ecosistema* connessi alle diverse tipologie di scelte effettuate da un'azienda sono parte integrante di una delle discipline sviluppate a partire dagli anni '80 relative a questo tema, conosciuta come **Design For Environment** o DFE. Questo ambito di ricerca ha subito modifiche e affinamenti a livello di definizione concettuale, mantenendo sempre comunque il focus sullo sviluppo di pratiche volte a *ridurre* gli effetti negativi dell'industria sull'ambiente tramite l'ottimizzazione nella gestione dell'intero ciclo

vita di un prodotto e la *gestione consapevole delle risorse e dei rifiuti* ad esso connessi in ogni fase della filiera produttiva, distributiva e di dismissione.

Una definizione di DFE si può trovare nelle parole di Billatos e Basaly, che lo hanno definito come:

*a design process that must be considered for conserving and reusing the earth's scarce resources; where energy and material consumption is optimized, minimal waste is generated and output waste streams from any process can be used as the raw materials (inputs) of another.*³⁴

Già da questa definizione si può notare l'attenzione che il DFE ripone in una *visione circolare del flusso di materia* utilizzato dall'industria al fine di far diventare il *rifiuto* prodotto dai processi di lavorazione una *risorsa* e non più un semplice elemento di cui disfarsi al minor costo possibile. Il DFE si è evoluto negli anni, e di conseguenza anche la sua definizione si è modificata. Come sostiene Fabio Giudice:

DFE can be defined as a methodology directed at the systematic reduction or elimination of the environmental impacts implicated in the whole life cycle of a product, from the extraction of raw materials to disposal. This methodology is based on evaluating the potential impacts throughout the entire course of the design process. In addition to its specific primary objective and its orientation toward the life cycle, DFE is characterized by:

- *The dual level of intervention, regarding both products and processes*
- *The proactive action of intervention, based on the presupposition of the greater efficacy of intervening early in the product development process (i.e., in the early design phases).*³⁵

Questa concezione pone l'attenzione non tanto sul fine, semplicemente affinato rispetto alla precedente definizione, quanto sull'*ambito di intervento* su cui effettuare l'ottimizzazione e la riduzione degli impatti ambientali e delle risorse di materiale utilizzate, ovvero quello relativo a processi e prodotti considerati

³³ Blanchard B.S., Fabricky W.J., 2006, *Systems Engineering and Analysis*, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey

³⁴ Billatos S.B., Basaly N.A., 1997, *Green Technology and Design for the Environment*, Taylor & Francis, Washington, DC

³⁵ Giudice F., La Rosa G., Risitano A., 2006, *Product Design for the Environment, A Life Cycle Approach*, Taylor & Francis Group

specialmente dalle prime fasi di sviluppo.

Il DFE si occupa dunque dell'**ottimizzazione** di quegli aspetti legati all'*intero ciclo di vita* di un prodotto che sono causa di effetti negativi per la salute dell'uomo e dell'ambiente. Anche la *definizione* di ciclo di vita risulta a questo punto interessante. Giudice la suddivide a livello generale in due momenti, che chiama rispettivamente **development cycle** e **physical cycle**³⁶. Il *ciclo di sviluppo* è connesso ai momenti iniziali di definizione del *progetto esecutivo* che più che coinvolgere lavorazione del materiale implica studi di *programmazione e progettazione* di tutte le fasi necessarie alla realizzazione del sistema-prodotto (proprio per questo motivo i costi di questa fase iniziale sono di scarsa incisività). Il secondo momento del ciclo di vita invece è costituito dal ciclo cosiddetto fisico, che riguarda invece tutte le fasi che coinvolgono *materialmente* il sistema. Come si può osservare in Fig. 4.19, il ciclo di vita fisico è stato suddiviso dall'autore in *cinque fasi sequenziali*³⁷, interagenti in maniera più o meno rilevante con l'ambiente:

36 Ibid.

37 Ibid.

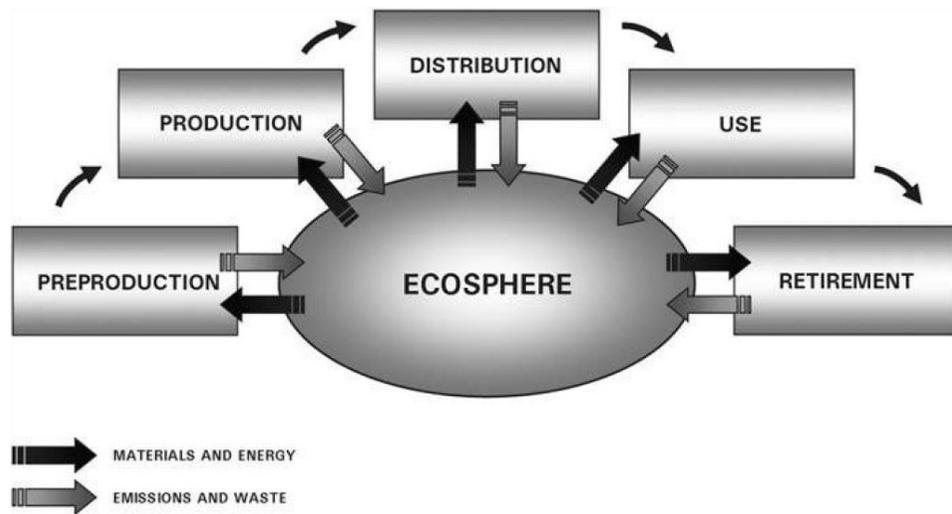


Figura 4.19 Fasi principali del ciclo di vita fisico e interazioni con l'ambiente

Fonte: Giudice F., La Rosa G., Risitano A., 2006, *Product Design for the Environment, A Life Cycle Approach*

- **pre-produzione**, consistente nell'estrazione di materie prime o recupero di materie secondarie derivate da riciclaggio/riuso/recupero necessarie alla fase di processazione per ottenerne dei semilavorati
- **produzione**, nella quale si ottiene l'assieme finito e che può essere suddivisa a sua volta in tre momenti successivi, corrispondenti alla fase di lavorazione dei materiali e dei semilavorati, per passare poi all'assemblaggio e concludersi con eventuali processi di finitura del prodotto (come ad esempio la verniciatura)
- **distribuzione**, che implica l'imballaggio e la spedizione del prodotto
- **utilizzo**, che riguarda invece l'utente finale ed è relativo al periodo in cui il prodotto viene usato e mantenuto tramite riparazioni o sostituzioni
- **dismissione o smaltimento**, che corrisponde al momento in cui il prodotto non può più essere utilizzato. Le operazioni possibili in questa fase dunque sono il riutilizzo totale o parziale tramite ricondizionamento, il riciclaggio o lo smaltimento in discarica

La considerazione e la corretta valutazione di tutte le operazioni necessarie allo sviluppo di un prodotto considerate secondo un modello che valuti ogni momento del ciclo di vita del sistema-prodotto e le implicazioni ambientali, economiche e sociali a esso connesse è chiamato *Life Cycle Design*, o LCD, di cui il Prof. Andrew Kusiak è considerato uno delle figure più rilevanti a livello internazionale. Circa venti anni fa avvertiva il mondo industriale sulla rilevanza futura che gli aspetti legati all'ambiente avrebbero avuto per la competitività delle aziende:

*Today, no one can be unaware that one of the major requirements of a product in the future is that it must be environmentally sound to produce, distribute, use and dispose of. Therefore we believe that the environmental issues will force a change in our design, production, usage, distribution, and disposal methods.*³⁸

Il Life Cycle Design, dunque, come il Whole System Design presentato in precedenza, è un approccio al progetto e alla produzione che mira a formulare delle *valutazioni* riguardo *tutte le fasi di vita* di un bene, considerando in maniera complementare tutti quegli aspetti che vanno a definire il sistema-prodotto

38 Kusiak A., 1993, *Concurrent Engineering: Automation, Tools and Techniques*, Ed. John Wiley & Sons, New York, 1993

nella sua **totalità**, affinché si ottenga *ottimizzazione di tutti i processi e prodotti coinvolti nella filiera*, ponendo come obiettivo centrale il corretto utilizzo delle risorse e la riduzione degli impatti negativi nell'ambiente secondo un approccio che vada dalle fasi preliminari di progetto a quelle finali di dismissione.

Giudice presenta un'ampia trattazione legata a strategie volte a migliorare le performance ambientali delle diverse fasi del ciclo di vita di un prodotto. Le

LIFE CYCLE PHASES	ENVIRONMENTAL STRATEGIES
Preproduction	<ul style="list-style-type: none"> Reducing the use of raw materials Choosing plentiful raw materials Reducing toxic substances Increasing the energy efficiency of processes Reducing discards and waste Increasing flows of recovery and recycling
Production	<ul style="list-style-type: none"> Reducing the intensive use of materials Using materials with low impact Reducing the use of toxic materials Using recycled and recyclable materials Using materials on the basis of their required duration Selecting processes with low impact and high energy efficiency Selecting processes with high technological efficiency Reducing discards and waste
Distribution	<ul style="list-style-type: none"> Planning the most energy-efficient shipping Reducing the emissions of transport Using containment systems for toxic or dangerous materials Reducing packaging Using packaging with low environmental impact Reusing packaging
Use	<ul style="list-style-type: none"> Using products under the intended conditions Planning and execution of servicing interventions (diagnostics, maintenance, repair) Reducing energy consumption and emissions during use
Retirement	<ul style="list-style-type: none"> Facilitating product disassembly at end-of-life Analyzing the condition of materials and their residual life Planning the recovery of components at end of use Planning material recycling at end of use Reducing volumes for disposal

Figura 4.20 Strategie per migliorare le performance ambientali nelle varie fasi del ciclo di vita
 Fonte: Giudice F., La Rosa G., Risitano A., 2006, *Product Design for the Environment, A Life Cycle Approach*

strategie presentate nella tabella di Fig. 4.20 fanno tutte riferimento al *ciclo di vita fisico* dello sviluppo prodotto, dalla fase di preproduzione a quella di smaltimento, ma sono per la maggior parte opzioni legate a scelte da compiere nelle fasi iniziali di concept e progettazione dell'architettura generale di subassiemi e componenti. Queste opzioni, come si può leggere dalla tabella, vertono sostanzialmente su *quattro punti*:

- uso responsabile della materia prima, privilegiando quella derivata da riuso e riciclaggio
- scelta di processi energeticamente poco dispendiosi e impattanti
- riduzione dei rifiuti e degli scarti relativi ad ogni fase
- pianificazione e facilitazione di forme di riciclo e riuso di materiali e componenti

Per poter mettere in pratica queste strategie occorre un'*impostazione culturale* di progetto innovativa, attraverso la quale il designer sia in grado di muoversi per compiere scelte corrette in grado di ridurre gli effetti nocivi sull'ecosistema, mantenendo in parallelo per il sistema-prodotto funzionalità e prestazioni. Data l'ampiezza dei temi coinvolti, sono stati sviluppati negli ultimi anni molti settori di intervento in grado di fornire strumenti metodologici per effettuare valutazioni e scelte corrette a livello progettuale. Giudice associa queste diverse discipline strategiche in relazione alla **fase di vita** in cui possono essere applicate in maniera efficace. Come si può osservare dal grafico in Fig. 4.21, le strategie considerate sono molteplici:

- **Design for Disassembly**, relativo a facilitare il disassemblaggio per il recupero e il riciclaggio dei componenti
- **Design for Serviceability**, che comprende soluzioni per garantire il ripristino, la manutenzione e la riparazione dei componenti del sistema-prodotto
- **Design for Recovery**, attraverso il quale vengono progettate soluzioni per favorire il riuso e il riciclaggio di componenti e materia prima
- **Design for Assembly**, il cui obiettivo è quello di facilitare le operazioni di assemblaggio e di accessibilità ai componenti
- **Design for Manufacturing**, rivolto all'ottimizzazione dei processi produttivi e dell'utilizzo delle risorse a essi connesse
- **Quality Function Deployment**, che si focalizza sul capire attentamente la richiesta del mercato e apportare correzioni alle fasi iniziali precedenti alla progettazione stessa per evitare problemi in quelle successive
- **Life Cycle Assessment**, che consiste in un'analisi valutativa degli impatti

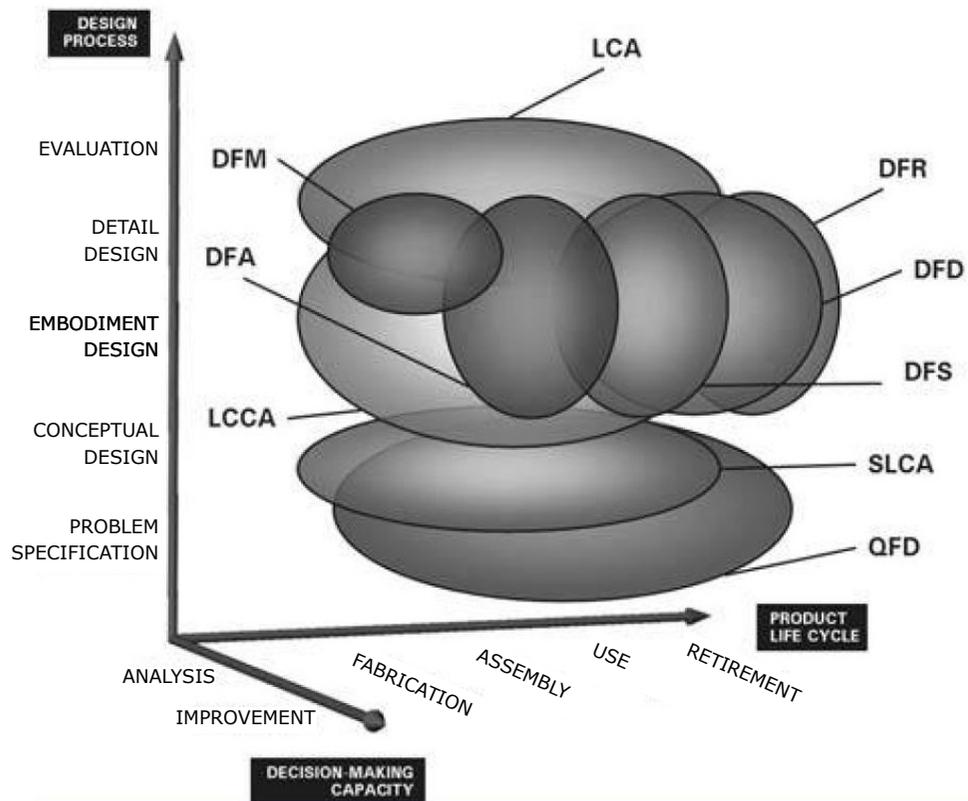


Figura 4.21 Grafico delle strategie per migliorare le performance ambientali nelle varie fasi del ciclo di vita

Fonte: Giudice F., La Rosa G., Risitano A., 2006, *Product Design for the Environment, A Life Cycle Approach*

ambientali dei processi produttivi per vedere dove si può intervenire per migliorare le performance ambientali del sistema-prodotto

- **Streamlined Life Cycle Assessment**, che consiste in un'analisi LCA abbreviata, di carattere generale e meno dettagliato
- **Life Cycle Cost Analysis**, che consente di valutare il costo complessivo relativo a tutti i passaggi necessari alla realizzazione del sistema-prodotto.

Come si può osservare dal grafico, ognuna di queste discipline trova un suo momento di applicazione migliore in base alla fase del ciclo di vita del prodotto in cui ci si trova. Queste metodologie sono strumenti validi per effettuare una

valutazione *integrata* di tutta la rete di connessioni relative al sistema-prodotto, per strutturare la produzione in maniera **efficiente**, in modo da garantire una *riduzione degli effetti nocivi* legati alle emissioni e ai rifiuti immessi nell'ambiente e in grado di offrire a un'azienda *vantaggi economici* derivati dall'aumento di competitività e produttività.

In ottica di strutturare un metodo per il riutilizzo dei rifiuti derivati dalle lavorazioni industriali, una pratica interessante è costituita dal **Design for Recovery**. Questa disciplina si occupa di studiare soluzioni in grado di *favorire il recupero e il riutilizzo dei materiali* e dei componenti una volta che il prodotto è giunto a *fine vita*. È molto importante ai fini di una corretta valutazione delle possibilità di recupero dei componenti di un assieme, effettuare delle considerazioni economiche relative al recupero.

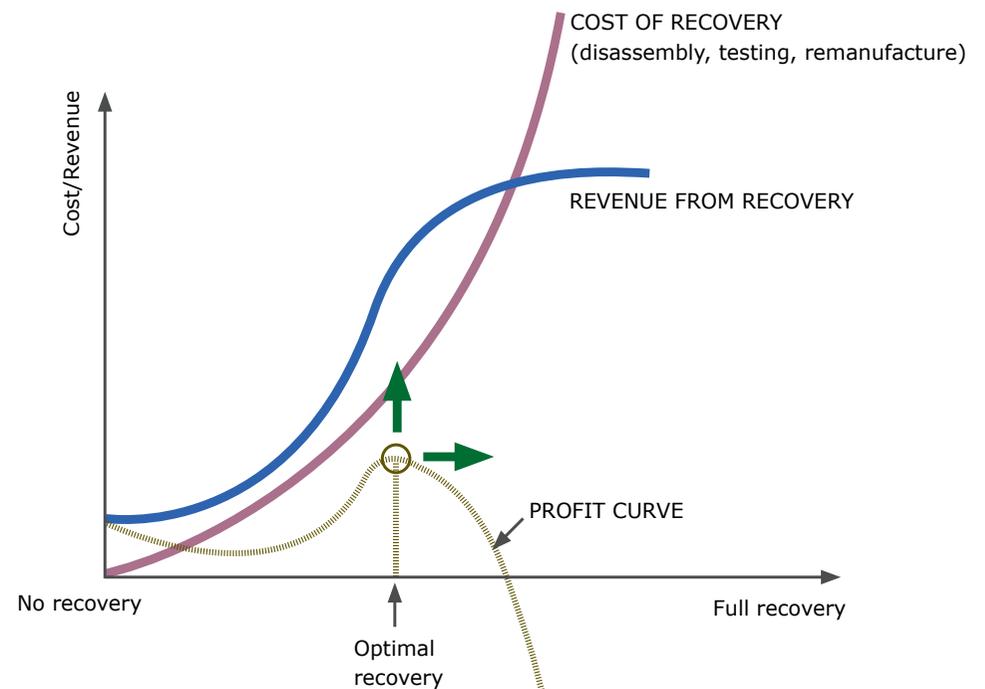


Figura 4.22 Grafico delle curve dei costi, delle entrate e del momento ottimale di profitto in relazione alla profondità di recupero

Fonte: Adattamento da Navin-Chandra D., *The recovery problem in product design*

Come si può vedere dal grafico sviluppato da Navin-Chandra³⁹ in Fig. 4.22, la curva di profitto derivata dal recupero di materiali e componenti presenta il *picco di recupero ottimale* a circa il **50%**. Ciò significa che se da un sistema-prodotto si vuole recuperare più della metà dei suoi componenti, con molta probabilità questo costituirà un *aspetto svantaggioso* in termini economici, in quanto i costi aumentano man mano che aumenta la **profondità di recupero**, per via dei processi a catena che si andranno ad innescare (legati al disassemblaggio, alla riprocessazione e ai test necessari per stabilire la conformità dei componenti trattati). Mentre dunque da un lato *i costi aumentano* nel momento in cui aumenta la profondità di recupero, dall'altro *le entrate* derivate dal recupero *si stabilizzano* intorno a un valore limite. La differenza tra entrate e costi determina la **curva di profitto**, che come si è appena detto presenta il *punto di maggior vantaggio* a circa metà della profondità di recupero. Uno dei focus di intervento delle strategie presentate in precedenza volte all'ottimizzazione delle

prestazioni ambientali del sistema-prodotto è quello di spostare questo **momento di recupero ottimale** più avanti e più in alto nel grafico (come mostrato dalle frecce verdi), in modo che una quantità di recupero maggiore del 50% del totale dei componenti sia oltre che ambientalmente anche economicamente vantaggiosa a livello industriale.

Secondo la metodologia DFR, le operazioni relative alla fase di recupero sono legate alla fase postuma al *disassemblaggio* che permette attraverso un filtro di selezione di stabilire la tipologia e i quantitativi di componenti e materiale da destinare a riciclo o riuso, come si può vedere in Fig. 4.23. Il **riciclaggio** consente di processare materiali e ottenere "nuove" materie prime, mentre il **riuso** prevede che i componenti possano rientrare, dopo eventuali ricondizionamenti, in linea di assemblaggio. Un metodo di selezione e recupero dei rifiuti di lavorazione affinché si possa evitare la loro dismissione o pratiche più impattanti a livello energetico come il riciclaggio, andrebbe a collocarsi ovviamente non dopo la fase d'uso, ma nel riquadro relativo alla produzione, come ulteriore *diramazione sequenziale* al processo.

39 Navin-Chandra D., 1994, *The recovery problem in product design*, Journal of Engineering Design

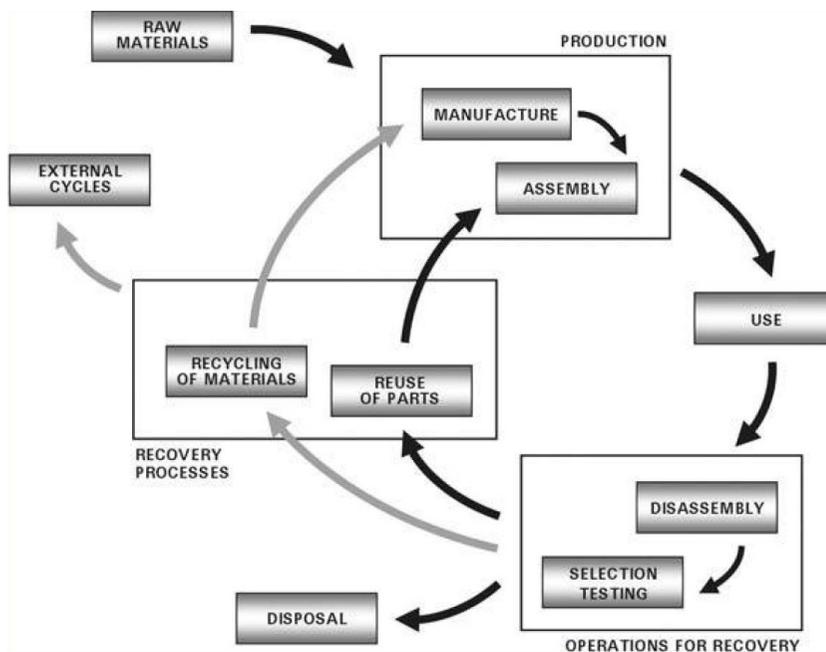


Figura 4.23 Strategie di Design for Recovery relative al ciclo di vita fisico di un sistema-prodotto
Fonte: Giudice F., La Rosa G., Risitano A., 2006, *Product Design for the Environment, A Life Cycle Approach*

Un ulteriore valido *strumento di prevenzione* ai fini di effettuare valutazioni degli impatti ambientali di un sistema prodotto è costituito dall'analisi **Life Cycle Assessment**. Questa pratica consiste sostanzialmente in una metodologia volta alla *registrazione*, alla *quantificazione*, al *monitoraggio* e alla *valutazione* dei danni ambientali relativi alla all'intero ciclo di vita di un prodotto o un servizio, entro i limiti di un contesto di riferimento preciso e definito a priori.

In una pubblicazione del 1998, *Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey*⁴⁰, i ricercatori Gungor e Gupta sottolineavano la crescente importanza attribuita dai governi internazionali, con particolare riferimento all'amministrazione USA, al tema della **produzione sostenibile**, nell'ottica di ricercare soluzioni valide in grado di ridurre la quantità di rifiuti prodotti e diminuire gli impatti ambientali negativi legati al settore manifatturiero, ottenibili attraverso pratiche progettuali che tengano in considerazione l'intero ciclo di vita del prodotto dall'estrazione delle materie prima alla gestione del fine vita. Tra queste soluzioni, che rientrano nella filosofia dell'*Environmentally Conscious Manufacturing and Product Recovery* (ECMPRO), LCA ricopre secondo i due autori (insieme al *Design for Environment*, operazione a essa complementare ai fini di progettare in maniera ecosostenibile) un ruolo di primo piano nello

40 Gungor A., Gupta S. M., 1998, *Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey*, Snell Engineering Center, Northeastern University, Boston

stabilire l'ambito di intervento per un'azienda e vedere quali correzioni possono essere apportate al fine di migliorare le prestazioni ambientali relative allo sviluppo di un prodotto. Come si può vedere dal grafico in Fig. 4.24, durante il ciclo vita del prodotto *LCA* e *DFE* sono fondamentali nelle fasi iniziali di concept per arrivare alla definizione del design esecutivo. Durante le altre fasi relative alla produzione, all'uso e alla gestione del fine vita, attraverso **sistemi di feedback** relativi a questi tre momenti successivi alla progettazione è possibile approfondire e implementare la fase iniziale di LCA e DFE per interventi o apportare modifiche in itinere (va comunque sempre tenuto in considerazione il diagramma dei costi di modifica al progetto in relazione al tempo di Fig.4.17). LCA è uno strumento utile dunque a enti e imprese pubblici e privati per *monitorare e migliorare le performance in termini ambientali* della propria attività.

È una metodologia che vede le sue origini a partire dagli anni '60, definita ufficialmente per la prima volta a livello internazionale dalla *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*⁴¹, per poi essere recentemente revisionata in maniera più ampia e dettagliata dallo standard internazionale ISO 14040 nel

41 <http://www.setac.org/> (ultima conn. al sito 12-3-2013)

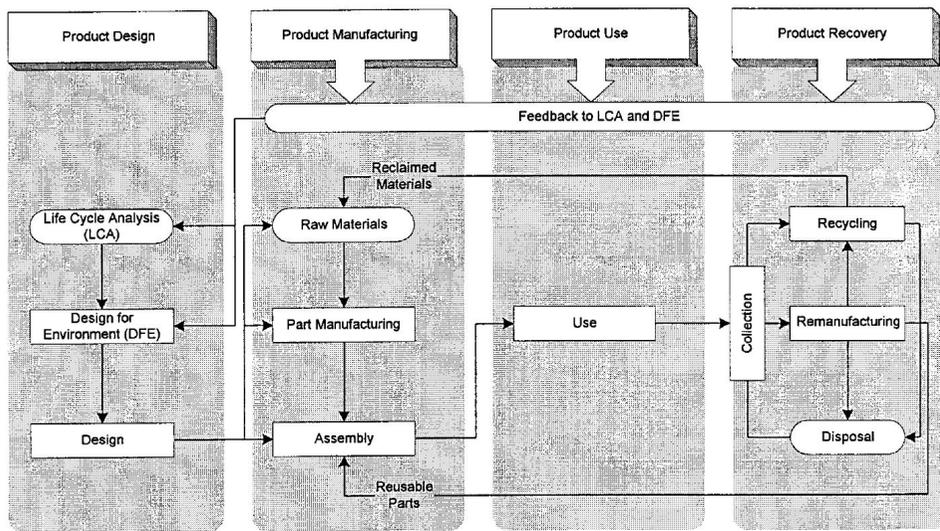


Figura 4.24 Fase di intervento dell'LCA e del DFE nel ciclo di vita del prodotto
Fonte: Gungor A., Gupta S. M., *Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey*

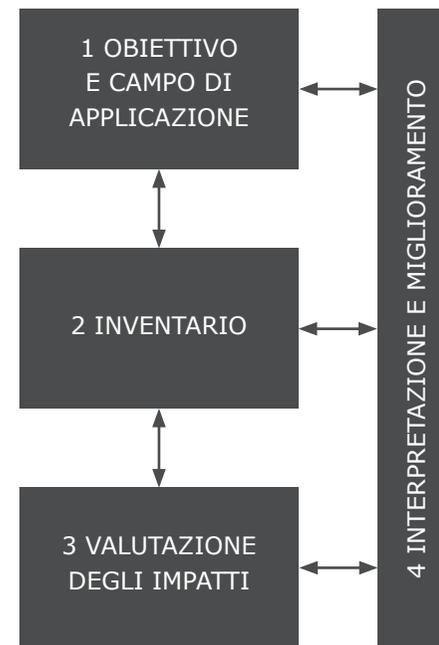


Fig. 4.25
Struttura della LCA secondo la ISO 14040
Fonte: Adattamento da Baldo G., Marino M., Rossi S., *Analisi del ciclo di vita LCA, Gli strumenti per la progettazione sostenibile di materiali, prodotti e processi*

1997. Gianluca Baldo riporta sinteticamente i passaggi procedurali relativi allo sviluppo di un'analisi LCA descritti nella ISO 14040. La procedura viene strutturata in quattro fasi successive strettamente interconnesse tra loro [Fig. 4.25]:

1 Definizione degli scopi e degli obiettivi (Goal and Scope definition)

È la fase preliminare in cui vengono definiti le finalità dello studio, l'unità funzionale, i confini del sistema studiato, il fabbisogno e l'affidabilità dei dati, le assunzioni e i limiti

2 Analisi di inventario (Life Cycle Inventory Analysis, LCIA)

È la parte del lavoro dedicata allo studio del ciclo di vita del processo o attività; lo scopo principale è quello di ricostruire la via attraverso cui il fluire dell'energia e dei materiali permette il funzionamento del sistema produttivo in esame tramite tutti i processi di trasformazione e trasporto. Redigere un inventario di ciclo vita significa pertanto costruire il modello analogico del sistema reale che si intende studiare.

3 Analisi degli impatti (Life Cycle Impact Assessment, LCIA)

È lo studio dell'impatto ambientale provocato dal processo o attività, che ha lo

scopo di evidenziare l'entità delle modificazioni generate a seguito dei rilasci nell'ambiente e dei consumi di risorse calcolati nell'inventario. È questa la fase in cui si produce il passaggio del dato oggettivo calcolato durante la fase di inventario al giudizio di pericolosità ambientale.

4 Interpretazione e miglioramento (Life Cycle Interpretation)

È la parte conclusiva di una LCA, che ha lo scopo di proporre i cambiamenti necessari a ridurre l'impatto ambientale dei processi o attività considerati, valutandoli in maniera iterativa con la stessa metodologia LCA in modo da non attuare azioni tali da peggiorare lo stato di fatto.⁴²

Non è necessario e sarebbe troppo dispersivo in questa trattazione riportare in maniera dettagliata tutte le fasi di un'analisi LCA, ampiamente disponibili in letteratura. È importante invece fare un riferimento a quelle fasi della procedura che riguardano quegli aspetti relativi alla *gestione dei rifiuti* e del fine vita dei prodotti per valutare pratiche di recupero e riuso di materiali, componenti ed energia, in ottica di fornire *stimoli e idee* per la redazione del metodo progettuale volto al riutilizzo dei rifiuti derivati dalle lavorazioni industriali.

Considerazioni e valutazioni relative ai **rifiuti** in un'analisi LCA sono effettuate nella *seconda delle quattro fasi*, ovvero quella dell'**analisi di inventario**. In questo momento procedurale, forse il più delicato e importante dell'analisi, si definisce uno *schema dei processi, dei materiali e dell'energia coinvolti* nel flusso del ciclo di vita di un bene o di un servizio al fine di stabilire i bilanci di massa ed energia entro i confini di sistema definiti nella fase iniziale e attraverso i quali è possibile procedere alla fase successiva di stima degli impatti ambientali.

Il modello del flusso di materiali ed energia è inizialmente di carattere generale, per poi diventare sempre più *specifico* con l'aumentare della raccolta e definizione dei **dati** in relazione sia ai processi analizzati sia all'interazione che questi hanno con l'ambiente esterno. Come sottolinea nuovamente Baldo in riferimento alla sostanziale differenza tra scarti di lavorazione e rifiuti a fine vita:

[...] va fatta una prima importante distinzione a seconda che ci si occupi di scarti di processo oppure del prodotto oggetto dello studio. [...] mentre ogni soggetto della filiera è direttamente responsabile e può esercitare un buon controllo sulla gestione dei propri scarti di processo, la possibilità di controllare la gestione a fine vita sui prodotti in fase di

*studio dipende dalla posizione nella filiera produttiva.*⁴³

Questo aspetto non va sottovalutato, in quanto fa riflettere sul fatto che per un'impresa la gestione del rifiuto relativo alla *fase di produzione* è molto più **gestibile e controllabile** rispetto alla gestione del prodotto a *fine vita*, in quanto la sua rintracciabilità e il suo recupero dopo la distribuzione comportano *difficoltà tecniche e costi operativi* non indifferenti. Comunque sia, le *possibili strade percorribili*, che si parli di rifiuti di lavorazione o di prodotti a fine vita sono sostanzialmente **tre**, ovvero *il recupero di materiale, il recupero di energia e lo smaltimento in discarica*. L'opzione di interesse per la redazione del metodo consiste sicuramente nella prima, quella relativa al recupero, che si divide secondo Baldo principalmente in riuso e riciclo. Il **riuso** prevede il *riutilizzo* del componente o del materiale in questione così come si presenta o eventualmente dopo processi di ricondizionamento. Il **riciclo** invece prevede il recupero del materiale per produrre *lo stesso o un altro prodotto*, come può essere ad esempio per la triturazione di materiali polimerici provenienti da raccolta differenziata per ottenere materia secondaria da cui ricavare nuovo pellet.

Si è visto in precedenza come il *costo del recupero* aumenti in relazione alla *profondità di recupero* che si vuole perseguire [Fig.4.22]. Un grafico molto interessante invece in chiave LCA proposto da Gianluca Baldo pone in relazione il **carico ambientale** del sistema (relativo alle fasi di produzione delle materie prime, dei componenti e dallo smaltimento) e la percentuale di materiale recuperata in massa attraverso il riciclaggio.

Le attività di riciclaggio comportano a livello energetico e di impatto ambientale degli aspetti rilevanti. Il grafico proposto in Fig. 4.26 evidenzia come, per essere una soluzione ecologicamente valida, i carichi ambientali del sistema relativi al riciclaggio devono essere *minori* rispetto alla condizione in cui questa attività non viene praticata. Può sembrare una considerazione ovvia, eppure dalla lettura del grafico si evince che da un certo valore in poi della frazione di materiale destinata a riciclo, corrispondente a circa il 50% del totale (momento in cui si presenta il minor consumo di energia c_{min}) il carico ambientale associato alle attività di riciclaggio *progressivamente aumenta*, fino ad arrivare ad un momento (dal 90% circa di frazione riciclata in poi, corrispondente a R_1) in cui addirittura i carichi ambientali derivati dalle attività di riciclo diventano maggiori rispetto al non effettuare riciclaggio *tout court* (c_0). In altre parole, la condizione

42 Baldo G., Marino M., Rossi S., 2008, Op. Cit.

43 Ivi

più vantaggiosa in termini ambientali consiste nel destinare a riciclaggio circa la **metà** del materiale originato da un sistema produttivo; oltre tale percentuale, è comunque conveniente in termini di impatti ambientali (e quindi va valutato se lo è anche in termini economici per un'impresa, in riferimento al grafico di Fig.4.22) praticare il riciclo rispetto a non farlo fino a circa il 90% del totale del materiale; oltre tale soglia, corrispondente a una condizione in cui si vuole riciclare tutto **ad ogni costo** (tendendo cioè al 100% di materiale riciclato), i carichi ambientali diventano maggiori rispetto a uno scenario a riciclo nullo. Sebbene i casi siano variabili in base al materiale, alla complessità e alla tipologia del prodotto analizzati, il grafico ribadisce che la pratica del **riciclaggio**, soprattutto in una condizione in cui si vuole riciclare molto materiale, *può non essere la scelta ambientalmente più vantaggiosa*: una considerazione di interesse nell'ottica di sviluppare un metodo che valuti la possibilità di riutilizzare i rifiuti di lavorazione per destinarli a nuovi scopi senza ricorrere necessariamente alla soluzione del riciclaggio.

L'analisi LCA è uno strumento valido per determinare in maniera scientifica gli **impatti ambientali** relativi all'intero ciclo di vita di un sistema-prodotto, in grado di evidenziare quei momenti di carenza dal punto di vista ambientale su cui è possibile intervenire per ristrutturare l'impianto produttivo, logistico e distri-

butivo di un'impresa in modo da renderlo economicamente e ambientalmente maggiormente *efficiente*.

Come è stato dimostrato nel paragrafo, sono molte le discipline metodologiche che si stanno sviluppando in questi anni con l'obiettivo di ottimizzare a livello globale tutti i processi e gli step legati all'intero ciclo di vita di un sistema-prodotto, partendo dalle fasi iniziali di concept e precedenti alla progettazione, fino ad arrivare ai momenti finali di recupero, riuso e dismissione. La crescente sensibilità nei confronti dell'ambiente originerà a mio parere nei prossimi anni una vera e propria *trasformazione della mentalità produttiva* e delle *metodologie* in grado di fornire strumenti validi per impostare in maniera ecosistemicamente responsabile ed economicamente vantaggiosa il tessuto del sistema progettuale-produttivo relativo al mondo industriale.

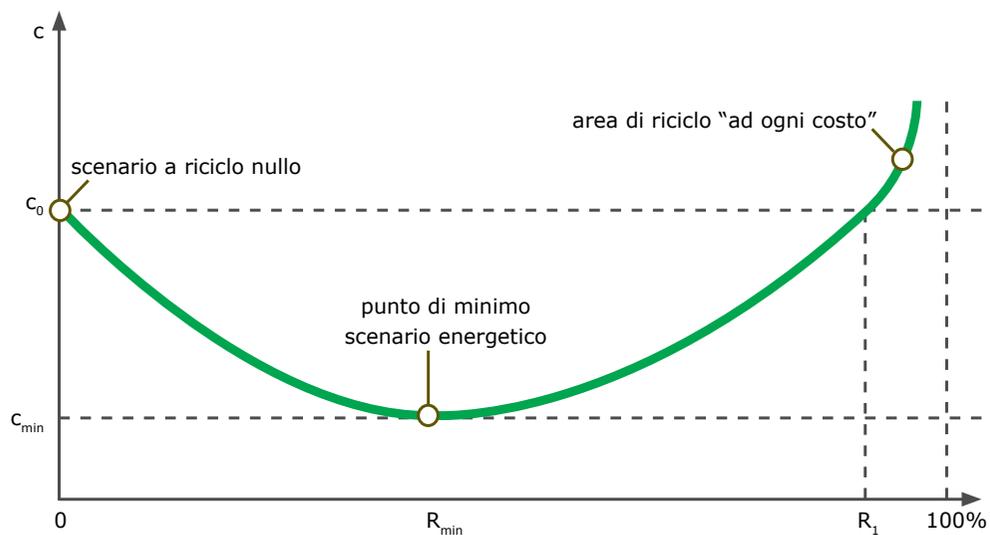


Fig. 4.26 Andamento qualitativo della curva che relaziona i carichi ambientali del sistema (C) con la frazione recuperata per il riciclo (R)

Fonte: Adattamento da Baldo G., Marino M., Rossi S., *Analisi del ciclo di vita LCA, Gli strumenti per la progettazione sostenibile di materiali, prodotti e processi*

4.4 La riduzione degli sprechi nella Lean Manufacturing

È utile a questo punto della trattazione fare un riferimento a un *sistema gestionale della produzione* che sta ricevendo ampio consenso negli ultimi anni, la **Lean Manufacturing**. Sebbene non sia nata come conseguenza diretta della necessità di ridurre gli impatti nocivi dell'industria sull'ambiente ma per rispondere al bisogno di *ottimizzare l'efficienza produttiva*, il suo carattere di novità rispetto a un'impostazione produttiva di tipo *fordiano*, diffusa ancora in maniera piuttosto rilevante specie sul territorio italiano, merita di essere riportato. La *riduzione degli sprechi* su cui questa filosofia gestionale si basa su una serie di considerazioni interessanti nell'ottica di ridurre le quantità di materiale da destinare a smaltimento, da ottenere tramite un'accurata progettazione di tutte le fasi relative al ciclo di vita del prodotto, dalle fasi iniziali di ideazione del concept fino al momento di dismissione finale.

La Lean Manufacturing trova le sue origini nel famoso modello di impostazione gestionale della produzione sviluppato dalla **Toyota** nel *secondo dopoguerra*, sulla base della guida carismatica di *Taiichi Ohno*, che dal 1945, anno in cui ricevette il primo incarico di responsabilità in azienda, al 1975, in cui diventò vice-presidente esecutivo, fu sviluppatore e promotore del cosiddetto **Sistema di Produzione Toyota**⁴⁴ (*o Toyota Production System*), tramite il quale la casa automobilistica riuscì nel tempo a diventare competitiva con le aziende americane leader nel settore, partendo da dimensioni aziendali piuttosto ridotte. Questo successo è stato possibile grazie alle condizioni socio-culturali in cui si trovava il Giappone in quel periodo e al fatto che un operaio giapponese in media arrivava a un monte ore lavorative annuali nettamente più alto rispetto a un operaio europeo o americano. Inoltre, il paese si trovava in un periodo di *instabilità economica* che non consentiva la possibilità di sovrapprodurre più dello stretto necessario. L'**impostazione aziendale** è stata fondata dunque non tanto sulla quantità, ma sull'**efficienza** nell'utilizzo delle *macchine*, della *forza lavoro*, del *flusso di materiale* e del *tempo*. Come scriveva Ohno nel 1978:

Durante una fase di crescita economica consistente, tutti possono ottenere un abbassamento dei costi aumentando le quantità prodotte. Ma in una fase di crescita lenta, come quella attuale, ciò non è più possibile;

44 Sugimori Y., Kusunoki K., Cho F., Uchikawa S., 1977, *Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system*, International Journal of Production Research, Volume 15, Issue 6

*bisogna trovare un'altra strada. Non esiste un metodo magico, ma è necessario che il sistema d'organizzazione produttiva sviluppi alla massima potenza la capacità e la creatività umane per utilizzare al meglio le macchine ed eliminare le perdite.*⁴⁵

L'abilità di Ohno è consistita nel *reimpostare il modello produttivo* praticato in azienda secondo i principi della **fabbrica integrata** e della **qualità totale**, arrivando a definire delle strategie procedurali e metodologiche in grado di *ridurre al minimo gli sprechi (o Muda)* che derivano dai vari stadi produttivi.

Il modello di fabbrica integrata concepita da Ohno si reggeva su due pilastri fondamentali, cioè il Just in Time e l'autoattivazione.

Il **Just in Time (JIT)** ideato da Ohno è un sistema basato su un passaggio dal modello tradizionale di produzione per lotti (che crea stoccaggio e magazzinaggio di prodotti che senza ordine possono rimanere anche invenduti) a un'impostazione procedurale per la quale un componente viene *prodotto solo se necessario* e nel momento in cui è necessario. Per ottenere ciò Ohno ha pensato al contrario la filiera produttiva, partendo invece che dalla produzione iniziale, dalla *fase finale di assemblaggio*: sulla base dell'*ordine ricevuto*, è necessario in fase di assemblaggio avere un determinato numero di sub-assiemi a disposizione per essere montati. Questi sub-assiemi devono essere realizzati in una fase precedente tramite il montaggio di più componenti tra loro, ognuno dei quali necessita per la sua realizzazione un preciso numero di passaggi produttivi. Si risale così, tramite una catena inversa, al primo momento di estrazione della materia prima da trattare per ottenere semilavorati o direttamente i componenti finiti. La filosofia JIT dunque, procedendo *a ritroso* a partire dall'assemblaggio, richiede in ogni momento produttivo il quantitativo di materiale strettamente necessario ad ottenere quel preciso numero di prodotti finiti pronti per la consegna. Questo permette di *sfruttare al meglio materiali, macchinari, persone e tempo*, in modo che le perdite e gli sprechi tendano il più possibile a zero.

Il secondo pilastro della fabbrica integrata è basato sul miglioramento dell'*autoattivazione dei macchinari* di produzione. Ohno ha stabilito che il modello migliore per ridurre gli sprechi legati alla operatività delle macchine era quello di renderle autoattive, cioè in grado di *riconoscere in maniera autonoma* eventuali **difetti o imprevisti** che rendevano i prodotti non conformi alle specifiche di progetto e arrestarsi in automatico per evitare di continuare la produzione di un componente non richiesto o difettoso:

45 Ohno T., 2004, Op. Cit.

[...] per macchine autoattive intendiamo quelle dotate di un dispositivo d'arresto automatico che entra in funzione in caso d'anomalia. In tutti i nostri impianti, la maggior parte delle macchine, vecchie e nuove, sono equipaggiate con tali dispositivi d'arresto automatico. Esse sono dotate di diversi sistemi di prevenzione delle difettosità, chiamati *baka yoke*, che conferiscono alla macchina un tocco di sensibilità umana.⁴⁶

L'**autoattivazione** ha consentito a Toyota di ottenere dei vantaggi strategici molto importanti in termini di *riduzione degli sprechi*, in quanto ogni operaio poteva gestire e controllare contemporaneamente più macchine e intervenire solo nel caso di un malfunzionamento per ripristinarne la corretta operatività.

Per perseguire il suo obiettivo di azzeramento degli sprechi, Ohno ha apportato molte altre modifiche strategiche relative alla fase di produzione, tra cui:

- *la ricerca continua di muda, cioè di sprechi, in ogni fase del processo produttivo, in modo da poter essere rimossi e ottimizzare così il lavoro*
- *la standardizzazione delle procedure di lavoro per ridurre il numero di componenti non conformi con le specifiche di progetto*
- *la riduzione della movimentazione di materiali e componenti in fabbrica tramite disposizioni logistiche migliori di cellule operative e relativi macchinari*
- *il livellamento della produzione tramite l'assemblaggio in linea di più modelli in parallelo per ridurre le perdite legate alla fluttuazione produttiva*
- *l'aumento della flessibilità e della capacità di personalizzazione del prodotto tramite riduzioni del tempo di settaggio delle macchine⁴⁷*

Il *Toyota Production System*, ovviamente molto più ampio e articolato di quanto appena sinteticamente riportato, ha costituito un modello di straordinaria novità rispetto al tradizionale modello produttivo occidentale di impostazione *taylorista-fordiana*, legato ancora a un sistema inefficiente di organizzazione della produzione per lotti, portando la casa automobilistica giapponese a diventare negli anni 'Ottanta la seconda potenza del settore a livello internazionale, con 3 milioni e mezzo di auto prodotte e una forza lavoro di circa dieci volte inferiore alla media dei suoi competitors.

46 Ivi

47 Ibid.

Il caso Toyota è stato inizialmente recepito da parte dell'industria occidentale come una tipologia di impostazione produttiva che poteva essere applicabile solamente in un contesto sociale, culturale e lavorativo come quello giapponese del dopoguerra. Ritmi di lavoro molto più alti e sindacati molto meno pressanti rispetto a quelli occidentali non facevano pensare che il metodo di Ohno potesse essere traslato e applicato alle grandi aziende europee e americane. Il carattere però di straordinaria novità e competitività di Toyota rispetto alle sue concorrenti ha attirato sempre di più l'attenzione degli addetti ai lavori, tanto che nel 1980 venne attivato negli Stati Uniti un programma di analisi durato alcuni anni chiamato *International Motor Vehicle Program*⁴⁸, i cui risultati sono stati riportati in maniera sintetica nel famoso libro di Womack, Jones e Roos *The machine that changed the world*⁴⁹, in cui veniva fondamentalmente sancito che l'impostazione del *modello produttivo giapponese*, a prescindere da fattori contestuali e culturali, presentava una struttura nuova, *altamente efficiente* a livello gestionale e di logistica produttiva, i cui principi, se correttamente applicati, avrebbero costituito elemento di forte competitività anche per il settore industriale *occidentale*. Il libro dei tre autori ha suscitato grande interesse dopo la sua pubblicazione e tanti interrogativi da parte delle aziende sulle modalità di applicazione di tali principi, tanto che nel 1996 Womack e Jones hanno pubblicato un secondo volume, *Lean Thinking*⁵⁰, in cui vengono presentati in maniera metodologica, con il riscontro di casi studio di riferimento, le varie *fasi procedurali* per la conversione verso un approccio Lean in grado di **ridurre gli sprechi**. Hanno sostanzialmente tradotto i precetti di Ohno in modo da renderli comprensibili e applicabili dall'industria occidentale.

Secondo i due autori, le fasi principali del Lean thinking, o pensiero snello, sono cinque:

1 *Definire con precisione il valore dei singoli prodotti*

2 *Identificare il flusso di valore per ciascun prodotto*

48 Altshuler A., Anderson M., Jones D., Roos D., Womack J., 1984, *The future of the automobile. The report of the MIT's International Automobile Program*, MIT Press paperback ed.

49 Womack J., Jones D., Roos D., 1990, *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production. Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*, Ed. Scribner

50 Womack J., Jones D., 2008, *Lean Thinking, Come creare valore e bandire gli sprechi*, Guerini e Associati Editore, Milano

FUNZIONE DI BASE	FUNZIONI DI 1° LIVELLO	FUNZIONI DI 2° LIVELLO
PROIETTARE IMMAGINI	A Permettere connessioni elementari	A1 Essere compatibile con ingressi diversi
		A2 Essere adattabile a diverse tensioni
	B Facilitare l'uso	B1 Fornire un menù chiaro e accessibile
		B2 Garantire plug in (facilità di Connessione)
		B3 Comandare a distanza
	C Garantire qualità immagine (risoluzione/contrasto/luminosità)	C1 Garantire stabilità
C2 Garantire regolabilità del flusso (fuoco/zoom/angolo)		
D Facilitare il trasporto	D1 Resistere agli urti/sollecitazioni	
	D2 Essere ergonomico (maniglia)	
	D3 Contenere i pesi	
	D4 Garantire robustezza/protezione	
E Essere silenzioso	E1 Smorzare vibrazioni	
	E2 Isolare rumori	
F Piacere all'utilizzatore	F1 Forme	
	F2 Colore	
	F3 Aspetto robusto	
G Essere disponibile	G1 Essere affidabile	
	G2 Facilitare manutenzione	
	G3 Garantire robustezza/protezione	
H Rispettare normative secur./amb.	H1 Essere riciclabile	
	H2 Essere sicuro	
	H3 Garantire compatibilità elettromagnetica	

Figura 4.27 Esempio di grafico FAST per le definizioni delle funzionalità di prodotto relative a un videoproiettore portatile

Fonte: Graziadei G., *Lean Manufacturing. Come analizzare il flusso di valore per individuare ed eliminare gli sprechi*

- 3 Far sì che il valore scorra senza interruzioni
- 4 Lasciare che il cliente tiri il valore dal produttore
- 5 Perseguire la perfezione⁵¹

1 Definire con precisione il valore dei singoli prodotti

Il **valore** è fondamentalmente ciò per cui il cliente è disposto a pagare e si presenta sotto forma di un *prodotto* o di un *servizio*: è definito dunque dal cliente stesso e creato dall'azienda, che deve investire in *ricerca e benchmarking* per capire cosa effettivamente il mercato richiede e focalizzare su di esso tutta l'attenzione progettuale e produttiva.

il miglior modo per valutare le prestazioni di un sistema di produzione in ottica Lean sono definite proprio dal valore, che Giovanni Graziadei definisce come il rapporto tra la prestazione del prodotto e i costi sostenuti per erogare tale prestazione ($\text{valore} = \text{prestazioni} / \text{costi}$)⁵². Il valore è inoltre definito dall'insieme delle **funzionalità** e delle **prestazioni** che il cliente si aspetta che il prodotto possieda e per le quali è disposto a pagare. Per stabilire in maniera efficace e visivamente ben organizzata le funzionalità di prodotto l'autore propone la tecnica FAST (Functional Analysis System Technique), basata sulla strutturazione di un albero [Fig. 4.27] in grado di evidenziare **gerarchicamente** la *funzione base*, le *funzioni primarie* e quelle *secondarie* del prodotto sulla base dei bisogni del cliente. Dalle funzioni definite attraverso il diagramma si possono stabilire quali componenti sono necessari per assolvere a tali funzioni, determinando dunque le fasi, le attività, i processi produttivi, le movimentazioni, gli sprechi ecc. coinvolti per la loro produzione, andando a delineare quello che viene chiamato il *costo funzionale*. Per andare dunque a *ridurre i costi e gli sprechi* connessi alla produzione di un componente, sulla base delle priorità stabilite tramite il FAST, si possono intraprendere *due strade di miglioramento*, o deployment:

- **deployment dell'efficacia del prodotto**: si basa sull'allineamento tra la funzionalità erogata dal prodotto e la funzionalità attesa dal cliente, eliminando tutti gli extra costi imputabili a funzioni e prestazioni non richieste.
- **deployment dell'efficacia del processo**: eliminazione di tutte le fasi non a valore aggiunto, quindi di tutti i costi superflui lungo l'intero processo di

51 Ivi

52 Graziadei G., 2006, *Lean Manufacturing. Come analizzare il flusso di valore per individuare ed eliminare gli sprechi*, Ed. Ulrico Hoepli, Milano

2 Identificare il flusso di valore per ciascun prodotto

Il **flusso di valore** è costituito dall'ottimizzazione di tutti quei passaggi necessari a risolvere in primis i *problemi procedurali* dalla fase iniziale di concept a quella di ingegnerizzazione finale, in secundis la *gestione delle informazioni* dal momento dell'ordine da parte del cliente alla consegna, e infine per *programmare al meglio la trasformazione fisica* della materia prima e dei semilavorati in prodotti e componenti finiti. Ottimizzare al meglio questi tre ambiti di intervento fa sì che le forze e le risorse coinvolte confluiscono solo sul *valore effettivo*, cioè quello definito dal cliente, in modo tale da ridurre il più possibile gli sprechi. Nella fase di identificazione del flusso di valore sono coinvolti *tre processi*:

- *processi che creano valore*, riconosciuti dal cliente e che non costituiscono muda.

- *processi che non creano valore*, cioè che non sono percepiti dal cliente *ma che sono fondamentali per il suo ottenimento*, che Womack e Jones definiscono come *muda di tipo 1*. Gli sfridi di lavorazione industriale corrispondono esattamente a questa tipologia, in quanto l'utente finale non sa neanche della loro esistenza, ma senza di essi il prodotto non sarebbe ottenibile.
- *processi che non creano valore e che non sono necessari*, come ad esempio un inefficiente utilizzo dei macchinari o una disposizione logistica pensata in modo inadatto dei vari reparti di produzione. Questi processi costituiscono i *muda di tipo 2* e sono i primi su cui si deve intervenire per provvedere alla loro rimozione.

Per *definire con precisione il flusso di valore*, Graziadei evidenzia cinque passaggi derivati dalla precedente schematizzazione FAST, come riportato in Fig. 4.28:

- *Negare le funzioni del FAST identificando ogni possibile difetto o perdita di performance: per definizione un guasto/difetto (failure) è la negazione di una funzione*
- *Le funzioni, quindi i requisiti richiesti dal cliente, devono essere correlati ad uno o più componenti in distinta base che le generano identificandone così le relative specifiche e parametri tecnici per evitare i failure*
- *Il componente permette di risalire alle fasi del flusso che lo trasformano o assemblano da materia prima o semilavorato, quindi alla generazione di valore intesa come trasformazione chimica/fisica/meccanica in macchine e postazioni previste a ciclo*
- *Le fasi a valore del flusso possono quindi essere caratterizzate da specifiche e parametri tecnici di trasformazione sempre per evitare i failure del punto 1*
- *Tutto il resto è spreco! Ridurre o eliminare le attività del flusso non correlate alla aggregazione di valore: sprechi, difetti, controlli, ecc.*⁵⁴

53 Ibid.

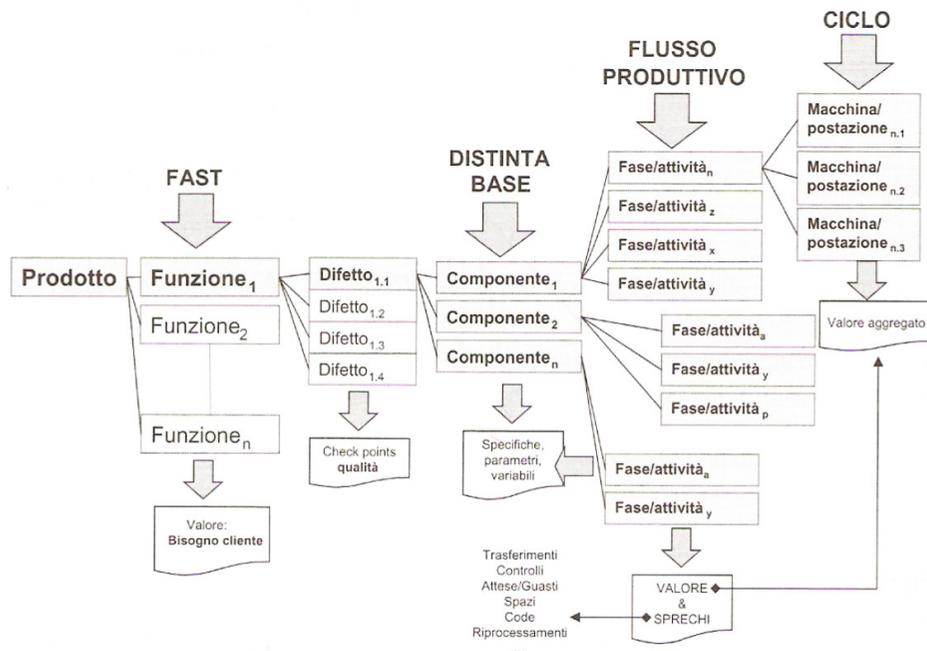


Figura 4.28 Definizione del flusso di valore successiva al diagramma FAST
 Fonte: Graziadei G., *Lean Manufacturing. Come analizzare il flusso di valore per individuare ed eliminare gli sprechi*

54 Ivi

55 Day R. G., 1993, *Quality function deployment: linking a company with its customers*, ASQC Quality Press

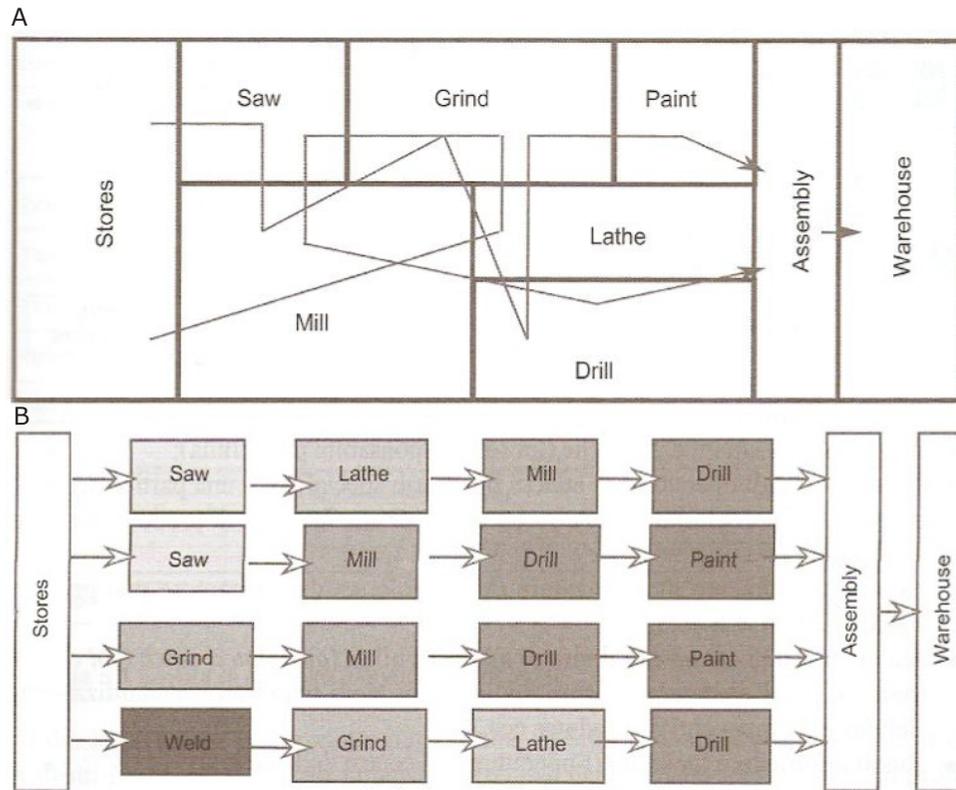


Figura 4.29 Cellule di produzione organizzate per processo (A) o per prodotto (B)
 Fonte: Graziadei G., *Lean Manufacturing. Come analizzare il flusso di valore per individuare ed eliminare gli sprechi*

3 Far sì che il valore scorra senza interruzioni

Nel momento in cui il valore e il flusso di valore sono stati definiti, è fondamentale che tutti i passaggi della filiera produttiva siano riorganizzati in modo tale che il *flusso di valore scorra* senza interruzioni o intoppi.

Per attuare questo punto è molto importante una corretta **ridisposizione interna** alla fabbrica di *macchinari e personale*, affinché siano *minimizzati il lead time*, cioè il tempo che intercorre dall'ordine alla consegna, le *scorte di magazzino* e gli *sprechi di materiale ed energia*. Una delle modalità di riorganizzazione logistiche è la creazione di molteplici **cellule di produzione**, cioè di piccoli reparti gestiti da pochi addetti con un numero limitato di macchinari a seconda della sequenza di lavorazioni che si vuole effettuare. La disposizione delle macchine

e degli operatori può essere pensata in base al **processo** o al **prodotto** [Fig. 4.29]. Come prosegue Graziadei, nel *layout per processo* i macchinari sono disposti secondo un modello a *flussi incrociati* in cui più macchine simili sono raggruppate e il prodotto passa da una cellula all'altra. Questa impostazione permette grande flessibilità (ma crea movimentazione eccessiva di materiale). Il *layout per prodotto* invece prevede il raggruppamento nelle celle di *macchinari diversi disposti sequenzialmente* in base alla lavorazione richiesta. Questo layout permette una contrazione eccezionale dei tempi di lavorazione dei componenti da consegnare all'assemblaggio, ma allunga i tempi di set-up delle macchine, che variano di volta in volta a seconda del prodotto in questione. È dunque necessario di volta in volta e in base alle esigenze della singola azienda stabilire quale delle due impostazioni risulta maggiormente vantaggiosa, o come avviene nella maggior parte dei casi, impostare il layout delle cellule produttive attraverso una combinazione ibrida dei due modelli, in modo da presentare caratteristiche sia di flessibilità che di riduzione dei tempi di lavorazione.

4 Lasciare che il cliente tiri il valore dal produttore

Un aspetto fondamentale è costituito dal fatto che sia il cliente a tirare il prodotto (sistema *pull*), cioè impostare il sistema in modo tale da *realizzare solo le componenti necessarie all'assemblaggio* di quei prodotti che provengono da un ordine, in modo da eliminare gli sprechi costituiti dagli stock di magazzino. Questa prassi corrisponde a quanto descritto prima nel metodo Just in Time, che in ottica Lean Manufacturing si traduce in:

- *produrre solo il necessario*
- *produrre quando necessario, con il ritmo del cliente*
- *produrre con qualità perfetta*
- *produrre senza attese o accumuli*
- *produrre senza sprechi*⁵⁶

Per *gestire il flusso delle informazioni necessarie* ai vari reparti produttivi per capire di cosa e quando c'è bisogno di un componente, è stato studiato un sistema, detto **Kanban** [Fig. 4.30], per il quale attraverso la *movimentazione di schede* (Kanban letteralmente significa cartellino) su cui sono riportati i codici di riferimento e i passaggi produttivi del componente in questione, permette di constatare rapidamente la necessità per un reparto di un determinato quantita-

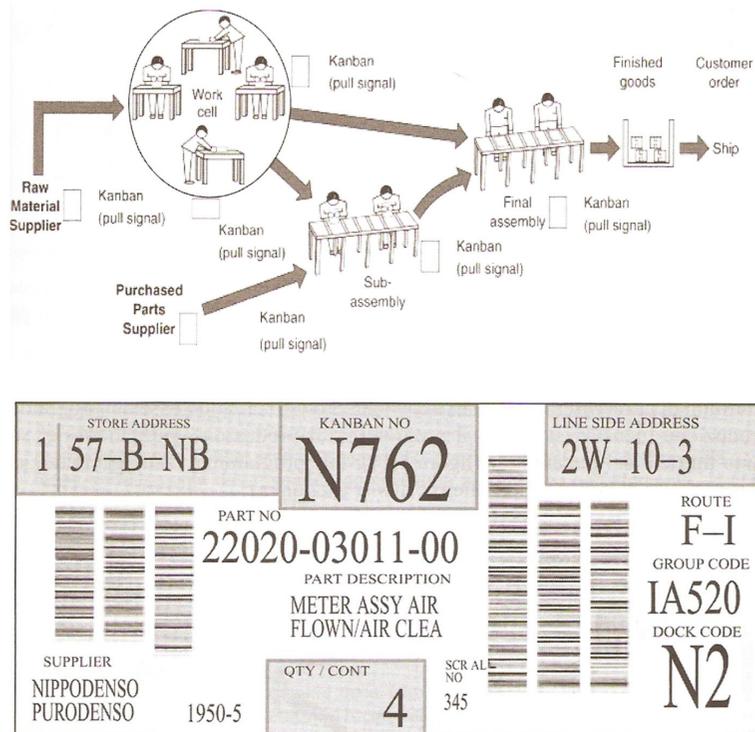


Figura 4.30 Strutturazione del sistema pull e modello di Kanban
 Fonte: Graziadei G., *Lean Manufacturing. Come analizzare il flusso di valore per individuare ed eliminare gli sprechi*

tivo di pezzi, in modo da ridurre drasticamente la sovrapproduzione e, appunto, far fluire il valore.

5 Perseguire la perfezione

L'ultimo e fondamentale principio della filosofia Lean viene identificato da Womack e Jones nel concetto **Kaizen** del *miglioramento continuo*. L'ottimizzazione dei quattro momenti procedurali precedenti consente di innescare un processo quasi fisiologico di *costante implementazione* volto alla rimozione di tutto ciò che è *muda*. La perfezione inoltre deve riguardare se stessi, non deve essere legata a comparazioni con le impostazioni aziendali dei competitors. O meglio, il processo di perfezionamento continuo deve riguardare il modo di produrre interno all'azienda, piuttosto che cercare di fare come o meglio degli altri.

Un altro passaggio culturale che i due autori ritengono fondamentale per la conversione in impresa snella consiste nel coinvolgimento, oltre che di tutti gli

attori che operano internamente all'azienda, anche della *rete di fornitori e terzi* a cui ci si rivolge, in modo da far combaciare le nuove esigenze produttive in termini di tempistiche, consegne, quantitativi ed evitare così la formazione di sprechi.

La **Lean Manufacturing** è un processo focalizzato essenzialmente sulle modalità gestionali relative alla produzione, ma che comporta una *trasformazione* nell'approccio metodologico anche per quanto riguarda la fase di progettazione. Progettare in maniera Lean significa pensare da subito a tutti quegli accorgimenti da effettuare che possano *ridurre o evitare sprechi* di vario genere, aspetto fondamentale a mio avviso in un momento storico come quello attuale in cui dal punto di vista ambientale le risorse stanno finendo (a fronte di una popolazione che sta invece aumentando la sua densità sul pianeta) e la competitività delle aziende a livello internazionale, specie di quelle provenienti dai paesi emergenti, si sta facendo sempre più pressante, rischiando di mettere in serio pericolo il sistema economico nazionale ed europeo. È una metodologia dunque che, sebbene non sia stata sviluppata per rispondere all'esigenza di migliorare le performance ambientali, si trova in perfetta continuità con i metodi legati al *Whole System Design* proposti nel paragrafo precedente volti al miglioramento progressivo e continuo di tutte le fasi legate al ciclo di vita del prodotto.

In questo contesto, un'impostazione metodologica volta a promuovere il riutilizzo degli **sfridi di lavorazione industriali** al fine di valutare la possibilità di ottenerne nuovi prodotti o nuovi materiali trova sicuramente delle forti analogie con il pensiero Lean, in quanto essi rappresentano un costo per le imprese, dunque spreco o, come si diceva prima, *muda di tipo 1*, in quanto non costituiscono valore in sé ma sono necessari per il suo ottenimento.

4.5 Sistemi di labeling e certificazioni ambientali

Un fenomeno che si trova in diretta connessione con le impostazioni metodologiche appena descritte è costituito dai **marchi ecologici**, strumenti che un'azienda può utilizzare per fornire *informazioni riguardo la riduzione degli impatti ambientali* ottenuta da uno specifico prodotto durante le sue fasi di produzione e utilizzo. Le etichette ecologiche, oltre al valore etico e sociale che rappresentano, costituiscono anche un fattore di prestigio in termini di immagine aziendale e quindi un ritorno in termini di visibilità e marketing per un'impresa.

I *marchi ecologici* possono presentare carattere di **obbligatorietà** per quei casi in cui le *valutazioni ambientali* sono diventate fondamentali, come ad esempio nel caso degli elettrodomestici o dei prodotti contenenti sostanze potenzialmente tossiche. Nella maggior parte dei casi si tratta comunque di scelte **volontarie** per un'azienda a seconda della categoria di prodotto. I marchi sono assegnati in relazione a standard procedurali disposti da certificazioni comunitarie o internazionali come la *EMAS*⁵⁷ (Environmental Management and Audit Scheme) o la *ISO 14000*.

Emas e ISO 14000 sono entrambe di *tipo volontario*, presentando come differenza sostanziale l'estensione geografica cui le due certificazioni possono essere applicate, ovvero entro i confini europei la prima e a livello mondiale la seconda.

EMAS è stata definita da un'apposita commissione europea. Per aderirvi sono previsti cinque passaggi procedurali⁵⁸:

1 Effettuare un'Analisi Ambientale Iniziale. Serve all'azienda per comprendere tramite uno studio preliminare l'entità delle sue emissioni e dei suoi impatti sull'ambiente legati ai cicli di lavorazione.

2 Definire ed attuare un Programma Ambientale. Consiste nella redazione di un piano generale di intervento aziendale per conseguire il miglioramento delle prestazioni ambientali.

3 Definire ed attuare un Sistema di Gestione Ambientale. Questo passaggio è forse il più importante. Prevede la definizione e la gestione delle prassi, delle procedure, delle responsabilità, delle metodologie e delle risorse investite at-

traverso le quali è possibile conseguire gli obiettivi prefissati dal programma ambientale.

4 Effettuare attività di Auditing. Questo passaggio permette all'azienda, tramite l'intervento di un auditor esterno, di controllare e verificare che le procedure del sistema di gestione ambientale stiano procedendo correttamente e con fluidità.

5 Elaborare una Dichiarazione Ambientale. Attraverso questo passaggio l'azienda fornisce al pubblico le informazioni relative alla sua attività dal punto di vista dei risultati ottenuti in termini di riduzione degli impatti ambientali e le prospettive di miglioramento future.

La ISO 14001 della serie 14000, relativa al Sistema di Gestione Ambientale o SGA, di cui già si è parlato nel capitolo relativo alla produzione dei rifiuti industriali, presenta uno schema procedurale molto simile a Emas, con l'unica differenza sostanziale che per la ISO 14000 *non è previsto* il rilascio di *Dichiarazioni Ambientali* di carattere informativo per il pubblico. La sua struttura base è suddivisa in:

- *Politica ambientale*
- *Programmi e obiettivi*
- *Definizione di ruoli e responsabilità*
- *Sviluppo di procedure ed istruzioni operative*
- *Audit di verifica*
- *Riesame della Direzione*⁵⁹

Attraverso dunque il riferimento a queste due certificazioni principali di riferimento, è possibile richiedere l'*ottenimento di marchi ecologici*. Questi sono sostanzialmente di **tre tipi**:

- **Etichette ecologiche di tipo 1**, di carattere volontario e certificate da un ente esterno indipendente e pubblico appositamente istituito.
- **Etichette ecologiche di tipo 2**, sempre di carattere volontario ma che corrispondono a delle autocertificazioni non approvate o validate da enti esterni.
- **Etichette ecologiche di tipo 3**, che corrispondono a delle dichiarazioni ambientali di prodotto, certificate da enti appositi pubblici o privati. Queste dichiarazioni servono ai consumatori per effettuare delle comparazioni tra più prodotti relative a una stessa tipologia. Queste categorie sono definite

57 www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ (ultima conn. al sito 24-2-2013)

58 Andriola L., Ceccacci R., 2002, *La certificazione ambientale del territorio e degli enti locali*, pubblicazione Enea

59 Ivi

PCR (Product Category Rule).

A livello europeo sono stati strutturati diversi label, tra i quali ne sono stati scelti tre da portare come esempio, ovvero l'Ecolabel, il più famoso e importante sul territorio comunitario, il Blauer Engel tedesco e il Nordic Swan dei paesi scandinavi.

L'Ecolabel⁶⁰ è un marchio esistente dal 1992 disciplinato da una regolamentazione del *Parlamento Europeo e del Consiglio*, la cui gestione è affidata a una commissione costituita da membri di riferimento per i vari stati comunitari. Viene istituito di volta in volta un gruppo di lavoro chiamato *AHWG (Ad-Hoc Working Group)* in cui vengono coinvolte tutte le parti interessate, cioè aziende, periti, supervisor e autorità pubbliche. Questo gruppo viene riunito tre volte all'anno per delineare i vari criteri e i parametri di accettabilità per definire le categorie di prodotto/servizio. In seguito questi criteri vengono discussi ed eventualmente approvati dalla *European Union Ecolabelling Board (EUEB)* e resi pubblici. Sulla base di queste **categorie di prodotto** le varie aziende possono

60 <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel> (ultima conn. al sito 26-2-2013)

Figura 4.31 Logo del marchio Ecolabel e schema della filiera produttiva circolare
Fonte: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel>

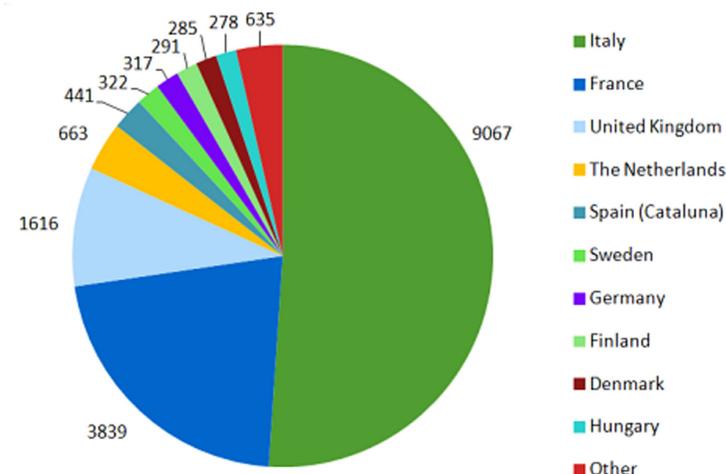


Figura 4.32 Ripartizione europea dei marchi Ecolabel aggiornati al gennaio 2012
Fonte: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel>

richiedere la *valutazione Ecolabel* al fine di ricevere il marchio per un prodotto specifico, una linea di prodotti o un servizio fornito.

Il focus di intervento dell'etichetta Ecolabel è quello di garantire, in riferimento al settore industriale, che *tutte le fasi dell'intero ciclo di vita del prodotto siano organizzate e monitorate* al fine di ottimizzare le *prestazioni a livello di ecosostenibilità* e intervenire soprattutto in quei momenti della filiera di maggiore impatto ambientale, dall'estrazione di materie prime alla dismissione, come rappresentato schematicamente in Fig.4.31. Ecolabel ha trovato ottima diffusione e ampio *consenso in Italia*, paese che in base a dati aggiornati a gennaio 2012 detiene oltre la *metà delle etichette europee*, con 9067 prodotti certificati sul totale europeo di 17754 [Fig.4.32]. Da questo dato si potrebbe desumere che l'Italia sia in assoluto il paese più attento all'ambiente a livello produttivo d'Europa. Sicuramente il gran numero di marchi Ecolabel attribuiti ai prodotti italiani sono sinonimo dell'importanza che a livello nazionale la questione ambientale ricopra, tuttavia una lettura più approfondita può anche evidenziare come non ci sia un'etichettatura ecologica sul territorio nazionale del calibro di Ecolabel, ed è dunque anche questo uno dei motivi del ricorso in massa dei produttori italiani a questo marchio.

Un marchio molto importante di carattere nazionale e non esteso dunque a



Figura 4.33 Logo del marchio ecologico Der Blaue Engel
Fonte: <http://www.blauer-engel.de>

livello europeo è il **Blauer Engel**⁶¹ tedesco [Fig. 4.33]. Creato nel 1978 su iniziativa del governo federale tedesco (nello specifico del Ministero dell'Interno in collaborazione con il Ministero per l'Ambiente), è uno strumento volontario che certifica l'effettiva ecosostenibilità di un prodotto relativo alla sua filiera produttiva. Durante gli oltre 30 anni di attività sono stati etichettati con il marchio Blauer Engel circa 11700 prodotti, relativi a 120 categorie di prodotto differenti⁶². Un aspetto su cui si focalizza Blauer Engel è quello di certificare prodotti che oltre a essere *sostenibili* dal punto di vista ambientale siano anche *performativi e durevoli nel tempo*, economicamente vantaggiosi (a livello ad esempio di consumi energetici) e che rispettino precisi standard relativi a salute e sicurezza per l'utente in fase di utilizzo.

Le valutazioni per l'applicazione del marchio sono effettuate da un'apposita commissione, la *Environmental Label Jury* composta da diverse figure professionali pubbliche e private provenienti da associazioni ambientali, aziende, corporazioni, al fine di poter esprimere un verdetto il più possibile affidabile e utile ai fini dell'informazione del consumatore.

61 Fonte: <http://www.blauer-engel.de> (ultima conn. al sito 27-2-2013)

62 Ibid.

Nordic Swan⁶³ [Fig.4.34] è invece il label di riferimento per i paesi scandinavi, molto attenti ai temi della *sostenibilità*. È un marchio ecologico di tipo 1 volontario e derivato dalla normativa ISO 14024, istituito nel 1989 dal Nordic Council of Ministers per ridurre gli effetti negativi del settore industriale sull'ambiente e fornire uno strumento alle persone per acquistare prodotti in maniera consapevole. Nordic Swan fa riferimento all'intera area relativa a **Norvegia, Svezia, Finlandia e Islanda**. Con 63 categorie di prodotto coinvolte, sono molte le aziende prestigiose che presentano il label, tra cui Procter & Gamble, Samsung, Sharp, Fujitsu, Scandic Hotels e SCA.

I criteri di assegnazione dell'etichetta Nordic Swan vengono rivisitati da un'apposita commissione ogni 3-5 anni, in modo da adeguarsi a nuovi parametri internazionali in materia ambientale e tecnologica. I prodotti che per la prima volta si sottopongono alla valutazione e quelli già con il marchio devono soddisfare i nuovi requisiti di accettabilità. I *criteri per l'ammissione* di una categoria di prodotto sono definiti secondo uno schema definito *RPS (Relevance, Potential, Steerability)*:

- **Relevance** is assessed according to the specific environmental problems relating to the product group and how great they are.

63 Fonte: <http://www.nordic-ecolabel.org> (ultima conn. al sito 27-2-2013)



Figura 4.34 Logo del marchio ecologico Nordic Swan
Fonte: <http://www.nordic-ecolabel.org>



Figura 4.35 Logo del marchio ecologico FSC
Fonte: <http://www.fsc-italia.it>

- **Potential** is evaluated by looking at the possible environmental gains that can be made within the product group by having Nordic Ecolabel criteria.
- **Steerability** is a measure of how the product, activity or problem might be affected by the requirements of the Nordic Ecolabel.⁶⁴

Viene valutata dunque inizialmente la *rilevanza* della categoria di prodotto in termini di impatti ambientali connessi a essa. In una fase successiva viene analizzato il *potenziale vantaggio* in termini di ecosostenibilità che si otterrebbe dallo stabilire dei criteri di accettabilità per la categoria di prodotto. Infine vengono effettuate delle *stime* relative al modo in cui il prodotto e la categoria di prodotto verrebbero influenzate dai criteri stabiliti. Nel momento in cui il Nordic Ecolabelling Board determina che si otterrebbero dei vantaggi nello stabilire dei criteri di accettabilità per la categoria di prodotto sottoposta a valutazione, allora viene iniziato uno studio di durata variabile dai tre ai cinque anni per definire questi criteri e inserire la nuova categoria di prodotto.

Una **certificazione internazionale** che sta acquisendo sempre maggiore importanza negli ultimi tempi è la **FSC**⁶⁵ (*Forest Stewardship Council*), riguardante

i prodotti **legnosi e non legnosi derivati dalle foreste** (*prodotti in legno* come tondame, cippato, segato; *prodotti a base di legno* come pannelli, mobili, cornici, pellet; *prodotti derivati del legno* come pasta di cellulosa e carta, ma anche *prodotti non legnosi* provenienti da foreste come funghi, resine, sughero, ecc.), attraverso la quale un'azienda può dimostrare che la materia prima utilizzata per la realizzazione del proprio prodotto provenga da *foreste gestite in maniera ambientalmente, socialmente ed economicamente sostenibile e responsabile*. L'FSC viene rilasciata da enti privati appositamente istituiti che provvedono alle fasi periodiche di **controllo e monitoraggio** per garantire che i requisiti e gli obblighi stabiliti dalla certificazione siano rispettati sia in foresta che in azienda. La gestione responsabile delle foreste e della filiera *foresta-legno-carta* ha fatto sì che negli anni FSC [Fig.4.35], attiva in Italia dal 2001, abbia raggiunto sul territorio nazionale una struttura che coinvolge:

- 52000 ettari di foreste certificate
- 1401 aziende certificate
- 63 soci nazionali
- 20 regioni con aziende certificate

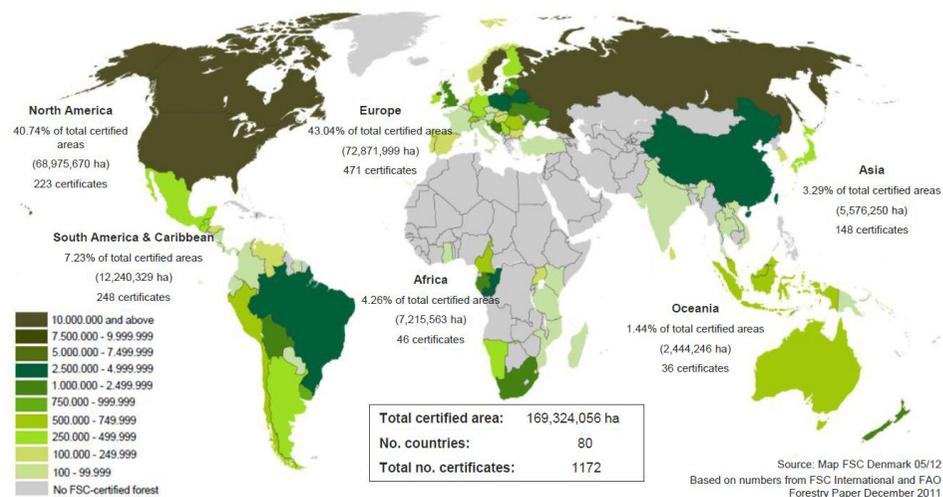


Figura 4.36 Distribuzione delle foreste certificate FSC a livello internazionale
Fonte: Global FSC certificates: type and distribution, December 2012

64 Ibid.

65 <https://ic.fsc.org/> (ultima conn. al sito 2-3-2013)

- 13 enti di certificazione accreditati⁶⁶

Il marchio FSC è inoltre un ottimo *strumento di marketing*, in quanto oltre che dimostrare l'attenzione aziendale per l'ambiente, certifica anche la *legalità* e la *trasparenza* di tutta la filiera produttiva. Le certificazioni ottenibili FSC sono di due tipi, definite *Gestione Forestale* e *Catena di Custodia*. La certificazione di **Gestione Forestale** certifica che le foreste o le piantagioni rispondano a 10 principi e 56 criteri di gestione responsabile, validi in tutto il mondo e variabili in base al paese di applicazione. Le certificazioni di **Catena di Custodia** (CoC) garantiscono la rintracciabilità dei materiali lignei provenienti da foreste certificate FSC e sono indispensabili per poter applicare il marchio ecologico FSC sui prodotti

66 <http://www.fsc-italia.it> (ultima conn. al sito 2-3-2013)



Figura 4.37 Esempio di marchio Remade in Italy
Fonte:
www.remadeinitaly.it

da commercializzare. il marchio ecologico FSC è gestito da un'organizzazione senza scopo di lucro che sta acquisendo sempre più credito a livello internazionale, le cui maggiori aree di intervento a livello di monitoraggio forestale sono il Canada, il Nord America, la Svezia e la Russia, come si può vedere in Fig. 4.36.

Nel 2009 in Italia è stata fondata un'associazione su iniziativa della *Camera di Commercio di Milano*, del *Conai* (Consorzio Nazionale Imballaggi) e dell'*Amsa* (Azienda Milanese Servizi Ambientali) chiamata *Remade in Italy*, attiva anche in Cile, Argentina e Portogallo, che promuove l'assegnazione di un marchio [Fig.4.37] il cui intento è quello di incentivare l'utilizzo di prodotti realizzati con materiali provenienti da **riciclaggio** e da **riuso**, al fine di ridurre le emissioni nocive di CO₂ nell'ambiente e il consumo di materie prime vergini e di energia. La certificazione viene rilasciata da un ente che fa riferimento alla società *Accredia*⁶⁷, che valuta e approva l'assegnazione del marchio a un prodotto specifico sulla base di valori definiti da normativa ISO.

Il marchio attesta dunque che il prodotto è stato realizzato con una determinata percentuale di materiale proveniente da riciclo/recupero e sulla base di tale frazione viene assegnata una classe di appartenenza contraddistinta da una lettera (A+, A, B o C) che identifica il prodotto. Come si può osservare dall'esempio di etichetta in Fig. 4.37, oltre alle percentuali di riciclaggio/riutilizzo e al tipo di materiale coinvolto, vengono indicati il risparmio in termini quantitativi dei consumi energetici (espressi in kWh/Kg) e delle emissioni di sostanze nocive (esprese in g di CO₂ eq/Kg) che è stato possibile ottenere nella realizzazione del prodotto e dei suoi componenti.⁶⁸

La nascita di questo marchio, sebbene ancora di dimensioni non comparabili agli altri appena presentati, lancia un messaggio importante non tanto in ottica riciclaggio, pratica che fortunatamente sta entrando sempre maggiormente nel linguaggio comune, ma sancisce invece la *validità* e l'*interesse* verso un tema, quello del *riutilizzo dei materiali di rifiuto* al fine di ottenerne nuovi prodotti, in assoluta continuità con quanto sancito in ambito legislativo dai decreti nazionali e dalle direttive comunitarie.

67 <http://www.accredia.it> (ultima conn. al sito 2-3-2013)

68 www.remadeinitaly.it (ultima conn. al sito 3-3-2013)

4.6 Riuso e riciclo: una ricerca continua

Pratiche come il **riciclo** e il **riuso** volte all'ottimizzazione dei processi industriali al fine di ridurre gli impatti ambientali sono state prese seriamente in considerazione a partire dalla *seconda metà del Novecento*, momento storico in cui è aumentata la consapevolezza dei danni che il settore industriale stava creando a livello ecosistemico in termini di estrazione di risorse non rinnovabili, di emissioni nocive nell'atmosfera e del conseguente inquinamento del suolo, della flora e della fauna.

Haynsworth e Lyons nel 1987 hanno pubblicato un articolo nel *Production and Inventory Management Journal*⁶⁹ in cui venivano delineate le potenzialità sociali, ambientali ed economiche legate a corrette pratiche di *remanufacturing*, ipotizzando i vantaggi che sarebbero derivati da un *consumo ottimizzato di materia prima e di energia* e come questo avrebbe offerto la possibilità di ridurre il quantitativo di materiali da destinare a discarica, senza tralasciare il fatto che queste attività sarebbero state inevitabilmente generatrici di nuove opportunità di lavoro per le persone.

Sono molti gli aspetti che hanno iniziato ad allarmare la comunità scientifica, politica ed economica a partire dalla seconda metà del secolo scorso riguardo i temi dell'inquinamento ambientale. Uno tra questi è stato costituito sicuramente dall'*aumento demografico* previsto per il XXI secolo, causa di potenziale *crescita nella richiesta del fabbisogno* di risorse di materie prime ed energia assolutamente non ottenibili se non con una drastica trasformazione dei metodi che venivano adottati tradizionalmente nella loro gestione da parte del settore industriale. La vera sfida per iniziare questo processo di conversione è stata quella di studiare soluzioni che facessero combaciare le *esigenze ambientali* e sociali con quelle *economiche* del mondo dell'impresa. Come scrivevano Robert Frosch e Nicholas Gallopoulos nel 1989:

By the year 2030, 10 billion people are likely to live on this planet; ideally, all would enjoy standards of living equivalent to those of industrial democracy such as the US or Japan. If they consume critical natural resources such as copper, cobalt, molybdenum, nickel and petroleum at current US rates, and if new resources are not discovered or substitutes developed, such an ideal would last a decade or less. On the waste side

*of the ledger, at current US rates 10 billion people would generate 400 billion tons of solid waste every year, enough to bury greater Los Angeles 100 metres deep.*⁷⁰

Nel loro articolo i due autori sostenevano l'importanza e la necessità di **cambiare l'attuale modello produttivo** basato sul concetto **lineare** di estrazione-trasformazione-produzione-generazione rifiuti in un modello **circolare** che hanno definito **ecosistema industriale**. Esattamente come il comportamento concatenato della natura, per cui il rifiuto di un sottosistema diventa risorsa per un altro, anche la struttura industriale, se reimpostata secondo questo principio, potrebbe raggiungere secondo gli autori grandi risultati in termini economici, ambientali e sociali. Uno dei metodi da loro proposti per raggiungere tale obiettivo è quello di sviluppare *soluzioni e procedure* in grado di ottenere dai rifiuti di lavorazione o dei processi industriali materia prima e risorse per un'altra attività produttiva. L'articolo prosegue focalizzando l'attenzione sull'utilizzo delle *risorse materiche*:

*Materials in an ideal industrial ecosystem are not depleted anymore than those in a biological one are; a chunk of steel could potentially show up one year in a tin can, the next year in an automobile and 10 years later in the skeleton of a building. Manufacturing processes in an industrial ecosystem simply transform circulating stocks of materials to one shape to another; the circulating stock decreases when some material is unavoidably lost, and it increases to meet the needs of a growing population. Such recycling still requires the expenditure of energy and the unavoidable generation of wastes and harmful by-products, but at much lower levels than are typical today.*⁷¹

L'unica strategia possibile per l'attuazione di questo *ecosistema industriale*, concetto che i due scienziati con lungimiranza hanno anticipato oltre venti anni fa, consiste nella ristrutturazione a mio avviso del sistema produttivo e distributivo, in una visione che tenga conto in maniera onnicomprensiva di tutti i passaggi legati al ciclo di vita di un prodotto, per far sì che l'intero flusso di materiale e di energia coinvolto nella sua realizzazione diventi un loop chiuso e costantemente rigenerativo, in cui ciò che costituisce rifiuto come output da un lato diventa risorsa input per un altro processo. Una delle modalità affinché questo cambia-

69 Haynsworth C., Lyons T., 1987, *Remanufacturing by design, The missing link*, Production and Inventory Management Journal

70 Frosch R., Gallopoulos N., settembre 1989, *Strategies for manufacturing*, Scientific American Inc.

71 Ivi

mento del sistema industriale possa essere attuato senza costituire dei costi eccessivi e difficilmente sostenibili per l'economia di uno stato risiede nell'applicazione immediata di politiche volte alla *minimizzazione dei rifiuti* e tendenti all'*annullamento degli sprechi produttivi*. Un processo di trasformazione culturale nell'approccio alla produzione e alla gestione dei rifiuti non sarebbe possibile in alcun modo senza un coinvolgimento di *tutte le parti coinvolte* nella definizione del ciclo di vita di un prodotto, (*industria, società, mondo politico*) come hanno scritto nel 1997 Aspinwall e Cain in riferimento alle crescenti *strategie di trasformazione* nella gestione dei rifiuti industriali attuate in quel periodo in Inghilterra e nel Regno Unito:

The waste management challenge, therefore, for both domestic and industrial/commercial waste streams, is immense. Through responding to targets for more sustainable waste management, waste will change, both in quantity and quality. With the rate of change unknown, the waste management industry will find itself facing some significant issues.

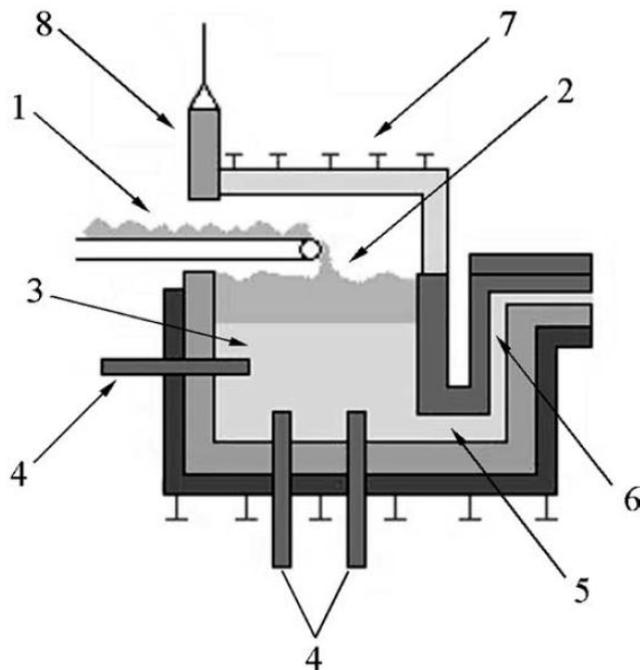


Figura 4.38 Schema di una fornace utilizzata nel processo di vetrificazione
 1 Nastro di alimentazione, 2 Materiale da vetrificare, 3 Serbatoio di fusione, 4 Elettrodi, 5 Gola, 6 Riser, 7 Corona, 8 Meccanismo di chiusura
 Fonte: *Inertization and reuse of waste materials by vitrification and fabrication of glass-based products*

*Therefore, in light of this changing mindset in the management of waste, the interested parties in business, the waste management industry, local authorities and the public, must work together to face the challenge. It is now becoming clear that future waste management strategies must be robust and flexible enough to accommodate these significant changes.*⁷²

La riduzione della produzione dei rifiuti e tecniche di miglioramento della loro gestione sono temi su cui si stanno impegnando notevoli risorse in ambito di ricerca. È di fondamentale interesse a mio avviso ai fini della presente trattazione presentare alcuni recenti studi e ricerche relativi allo sviluppo di tecniche volte al **riuso** e al **riciclaggio** dei rifiuti di lavorazione industriale per ottenerne nuovi materiali o prodotti.

Una delle tecniche utilizzate oggi per riutilizzare i rifiuti industriali consiste nell'ottenimento tramite *frantumazione* o *macinazione* di materiale granulare o polveri che possono essere inseriti come rinforzo per materiali compositi oppure fusi in massa insieme ad altri materiali per ottenere determinate tipologie di prodotti.

Uno studio⁷³ condotto dall'*Università di Bologna* del 2003 sottolinea l'importanza a livello ambientale, legislativo e produttivo che oggi ricopre la gestione dei *materiali pericolosi e tossici* derivati da processi industriali. Una modalità valida e sicura per trattarli consiste nella **vetrificazione** [Fig. 4.38] di tali rifiuti al fine di trasformarli in *materiale inerte, stabile e atossico* con il quale ottenere varie tipologie di **vetri silicati** attraverso trattamenti termici di fusione. Questi vetri permettono di ridurre notevolmente la quantità di materiale pericoloso da destinare a smaltimento in discarica e costituiscono un'opzione ambientalmente più sostenibile rispetto a pratiche come il riciclaggio, energeticamente dispendioso e non sempre realizzabile, o l'incenerimento, che può liberare in aria particolato con presenza di diossina o metalli pesanti.

Lo studio elenca i principali vantaggi derivati dal processo di vetrificazione:

- *inorganic glasses can incorporate large amounts of heavy metal ions chemi-*

⁷² Aspinwall R., Cain J., 1997, *The changing mindset in the management of waste*, Royal Society Publishing

⁷³ Colombo P., Brusatin G., Bernardo E., Scarinci G., 2003, *Inertization and reuse of waste materials by vitrification and fabrication of glass-based products*, University of Bologna, Elsevier

ally bonding them in their inorganic amorphous network

- the obtained glasses are inert towards most chemical or biological agents, so they can be disposed of in landfills without problems or used for roads, pavements, embankments, etc.
- the vitrification process can accept wastes of different composition and form, such as liquids, muds, solids or their mixtures.[...]
- vitrification is a mature technology [...]
- vitrification results in a large reduction in volume of the waste⁷⁴

Dopo aver presentato varie tecnologie relative ai processi di *vetrificazione*, che si distinguono in base al *metodo di riscaldamento utilizzato* per portare i rifiuti a temperatura di fusione per essere combinati con il vetro, gli autori (Colombo P., Brusatin G., Bernardo E., Scarinci G.) entrano nel dettaglio delle tipologie di rifiuti che sono stati studiati a partire dagli anni '40 dalla comunità scientifica al fine di essere riutilizzati nel processo di vetrificazione, come ad esempio *ceneri*

74 Ivi

Figura 4.39 Esempi di manufatti realizzati in schiuma di vetro



volatili, residui delle lavorazioni metallurgiche, residui di componenti contenenti amianto, alcuni tipi di fanghi derivati da processi industriali e rottami vetrosi.

Da questi materiali possono essere ottenuti *vetri di diversa composizione chimica* in base ai materiali e ai processi utilizzati. Un limite è derivato dal fatto che i **vetri silicati** che si ottengono non possono essere utilizzati in prodotti per cui è richiesta la *trasparenza*, in quanto la presenza dei rifiuti consente di ottenere un materiale *opaco* e prevalentemente *scuro*. Le tipologie di materiali ottenibili sono **vetri ceramici** ottenuti: per *nucleazione*; per *sinterizzazione* dei rifiuti costituiti da materiali silicati; *fibre di vetro*; *schiume e vetri porosi* [Fig. 4.39], materiali *compositi* a matrice vetrosa. I prodotti ottenibili sono perlopiù relativi a piastrelle, piatti, lastre, pannelli e blocchi isolanti, vetri ottici, pavimentazione stradale, fertilizzanti solidi, materiali compositi o vernici.

Il processo di vetrificazione consente di porre un freno agli effetti climalteranti derivati dal rilascio di rifiuti pericolosi nell'ambiente. Sebbene non sia ancora un processo economicamente molto vantaggioso per via dei *costi energetici implicati*, ma con ampi margini di sviluppo relativi soprattutto alle fasi di fusione e di selezione del materiale iniziale, risulta una soluzione di estremo interesse per il disegno industriale come soluzione per reimmettere in circolo materiali di rifiuto (in questo caso pericolosi) ed evitare operazioni ambientalmente impattanti come la dismissione in discarica.

Un altro studio a mio parere interessante condotto dalla *Beijing University of Aeronautics and Astronautics*⁷⁵ relativo alle opportunità offerte da pratiche innovative derivate dal riuso e dal riciclaggio di componenti di rifiuto è stato pubblicato in un articolo del 2008 dal *Journal of Hazardous Materials*. La ricerca analizza e dimostra i vantaggi in termini *prestazionali, economici e ambientali* ottenibili dal **riuso dei materiali non-metallici** derivati dalle *schede elettroniche come rinforzo* nella realizzazione di **compositi a matrice polipropilenica** (come visto nel caso Hp presentato in precedenza, il tema della gestione sostenibile dei rifiuti prodotti a partire da componenti elettronici è uno dei settori attualmente di maggiore interesse).

I *non-metalli* derivati dalle *printed circuit boards (o PCB)* sono perlopiù *resine termoindurenti* e materiali di rinforzo come le *fibre di vetro*. La loro struttura molecolare reticolata non permette come per i materiali termoplastici di raggiungere più volte la fase di rammollimento (motivo per il quale le pratiche più

75 Zheng Y., Shen Z., Cai C., Ma S., Xing Y., *The reuse of nonmetals recycled from waste printed circuit boards as reinforcing fillers in the polypropylene composites*, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Journal of Hazardous Materials

comuni per trattarli sono quelle di bruciarli o smaltirli in discarica), per cui una delle soluzioni possibili invece per poterli riutilizzare consiste nella **frantumazione** in granuli del materiale da utilizzare come *rinforzo nel materiale composito*, in questo caso la *resina a matrice PP*.

Come primo passaggio dunque le PCB vengono *frantumate* prima in maniera grossolana, poi in maniera più fine e successivamente i non-metalli vengono *meccanicamente separati* dai componenti metallici come Cu, Al, Fe, Sn, Sb, Pb tramite un processo di separazione ad aria. Si ottengono tramite il passaggio in setacci *tre tipologie di granuli*, in base alle loro dimensioni: *grossolani, medi e fini* [Fig.4.40]. I non-metalli frantumati vengono *mescolati alla polvere di PP* al fine di ottenerne delle barre estruse che vengono successivamente ridotte in pellet da cui ricavare poi i campioni standard utili alle misurazioni nella fase di test.

Sono state inserite *percentuali di rinforzo* ottenuto dai non-metalli nel composito a matrice PP variabili da 0 al 30%. I **test** condotti hanno riguardato prove di trazione, di flessione e prove per determinare la temperatura di rammollimento

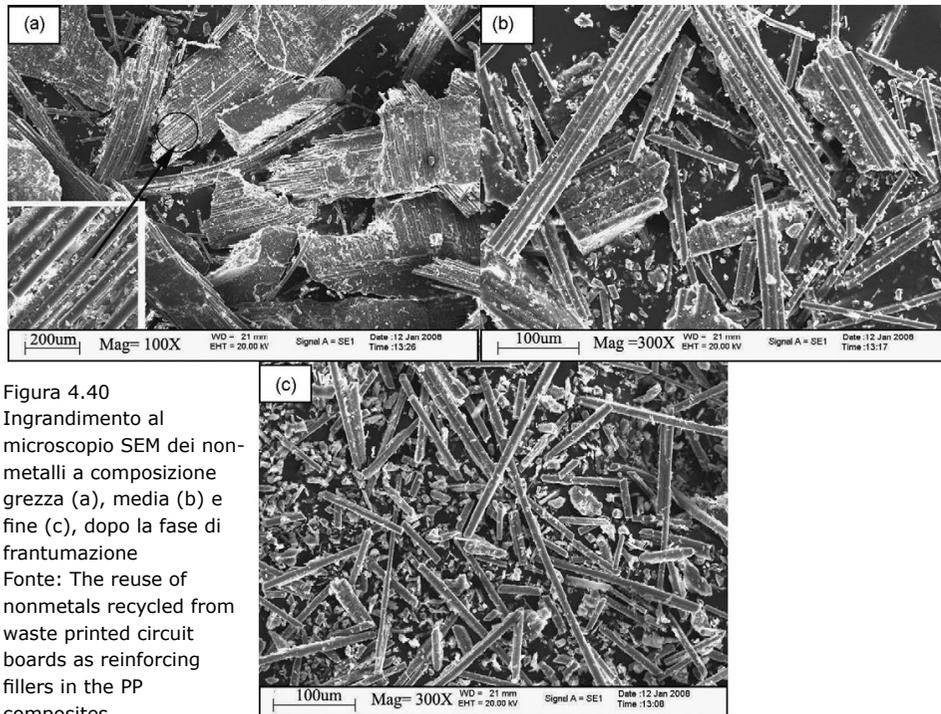


Figura 4.40
Ingrandimento al microscopio SEM dei non-metalli a composizione grezza (a), media (b) e fine (c), dopo la fase di frantumazione
Fonte: The reuse of nonmetals recycled from waste printed circuit boards as reinforcing fillers in the PP composites

(tramite prove VST) del nuovo composito.

Per quanto riguarda le prove di trazione è emerso che le prestazioni del nuovo composito non-metalli/PP aumentano in maniera lineare man mano che si aumenta la frazione di non-metalli inserita nella resina. Come si può vedere dal grafico in Fig. 4.41a, la **resistenza a trazione** nel passaggio da PP semplice alla resina non-metalli 30%/PP 70% aumenta fino a 10 MPa nel caso dei granuli a frantumazione media. Sempre nel caso dei granuli a frantumazione media inseriti nel composito al 30%, si può osservare un *miglioramento prestazionale* in **rigidità** di circa 0,5 GPa, passando dagli 0,85 GPa del PP semplice a 1,35 GPa del composito.

Si può osservare in Fig. 4.41b come anche la **resistenza a flessione** risulti migliorata all'aumento della frazione di non-metalli inseriti nella resina. Sia nel caso dei granuli a frantumazione media che fine, le prestazioni sono implementate di circa 35 MPa rispetto al PP semplice.

Anche la **temperatura di rammollimento** viene innalzata con l'aumento progressivo della frazione di non-metalli inserita nel composito, passando da 156,5°C a 161°C nel caso della granulazione media al 30% [Fig. 4.41c]. Questo permette di ottenere dei componenti con una temperatura di esercizio maggiore (sebbene non di molto) rispetto ai prodotti in PP semplice.

La ricerca dimostra dunque che a livello meccanico l'inserimento di materiali di rifiuto come rinforzo nel composito a base PP permette di ottenere *incrementi prestazionali* a livello di trazione, di rigidità, di flessione e di temperatura di rammollimento. Gli autori (Zheng Y., Shen Z., Cai C., Ma S., Xing Y.) riportano, in conclusione del lavoro, anche una valutazione di *fattibilità economica* del composito ottenuto, aspetto fondamentale a livello produttivo, affermando che l'utilizzo nella resina a matrice PP di fillers derivati dai non-metalli delle schede elettroniche rispetto ad esempio a rinforzi di tipo minerale, riuscirebbe a garantire a un'impresa, per una produzione di 10.000 t, un *risparmio monetario di oltre 180.000€* (i valori riportati nel paper fanno riferimento a valori relativi al mercato cinese, qui riportate in € per comodità di lettura).

La ricerca appena descritta, riportata qui in maniera parziale e sintetica, offre la possibilità di comprendere i potenziali vantaggi ottenibili dal *riuso* e dal *riciclaggio* di materiali derivati da rifiuti destinati in questo caso a smaltimento. La scelta di presentare uno studio relativo al PP è derivata dall'importanza che questo materiale ricopre da sempre nell'ambito del design: la conoscenza di soluzioni progettuali come questa può essere utile per un designer nell'ottica di poter ideare prodotti che oltre ad essere ambientalmente sostenibili lo siano anche economicamente per un'azienda e come in questo caso, addirittura siano in grado di ottenere dei miglioramenti a livello prestazionale.

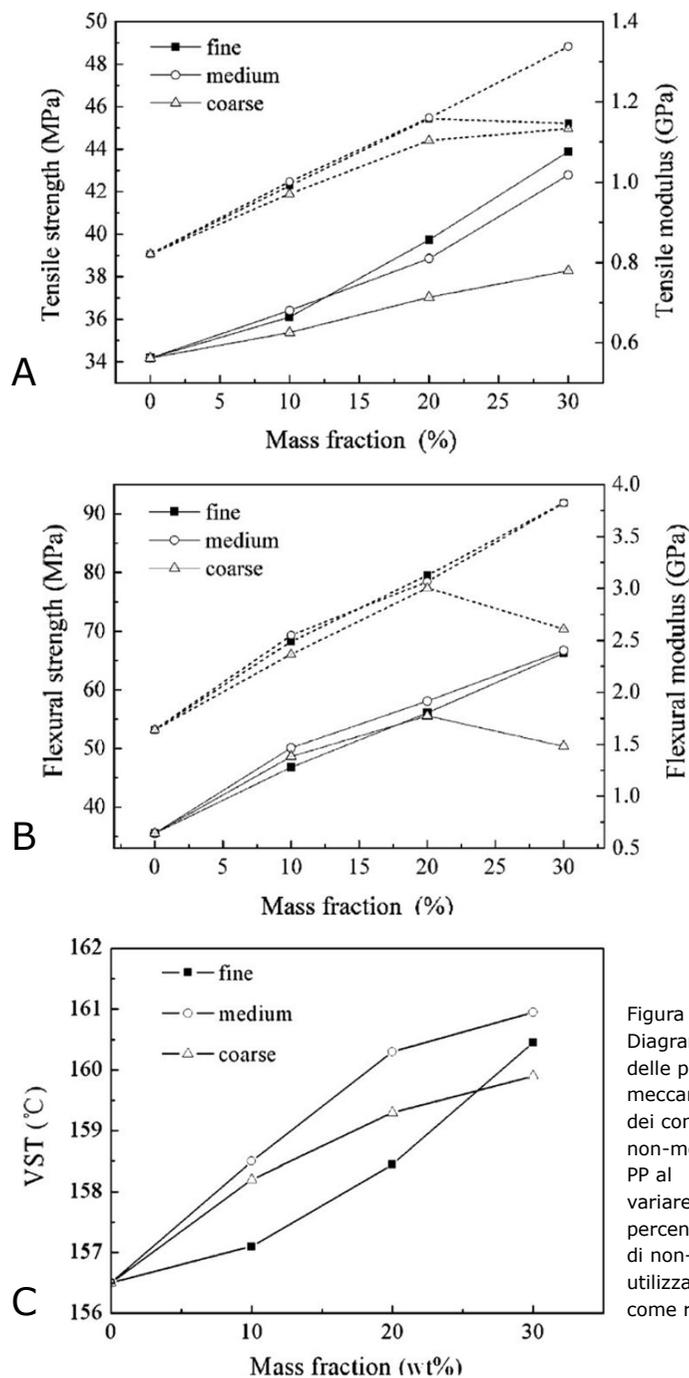


Figura 4.41 Diagrammi delle proprietà meccaniche dei compositi non-metalli-PP al variare della percentuale di non-metalli utilizzata come rinforzo

Un altro studio⁷⁶ a mio giudizio interessante e di recente pubblicazione è stato pubblicato nel 2009 dall'*Università di Minho*, in Portogallo, nel quale vengono dimostrate le potenzialità ambientali, economiche e prestazionali del riutilizzo dei rifiuti di lavorazione dell'**industria ceramica** come aggregati nell'ottenimento del *calcestruzzo*.

Per l'Europa (in particolare per paesi come l'Italia e la Spagna) l'industria ceramica costituisce un settore dell'economia molto importante, i cui processi di lavorazione generano però dal 3 al 7% di materiale di rifiuto sul totale della produzione, che corrispondono a milioni di tonnellate annue che vengono generalmente destinate a smaltimento in discarica, con i conseguenti costi che questa operazione comporta per un'impresa. Per la realizzazione del calcestruzzo invece sono richieste grandi quantità di energia e di materie prime, che possono essere ridotte grazie alla *sostituzione del cemento con i rifiuti ceramici*. Lo studio sottolinea come (sulla base anche di altri articoli pubblicati dalla comunità scientifica sull'argomento negli ultimi anni) la produzione del cemento richiede a livello energetico 850 Kcal per Kg di clinker, mentre è necessaria l'estrazione di 1.7 tonnellate di roccia per produrre 1 tonnellata di clinker. Dal punto di vista delle emissioni atmosferiche, dalla produzione di 1 t di cemento derivano 0.55 t di CO₂ a cui se ne sommano altre 0.39 dovute ai trasporti e alla distribuzione. Come riportano gli autori:

*the replacement of cement in concrete by ceramic wastes represents a tremendous saving of energy and has important environmental benefits. Besides, it will also have a major effect on decreasing concrete costs, since the cost of cement in concrete represents more than 45% of the concrete cost.*⁷⁷

Lo studio divide i **rifiuti dell'industria ceramica** in due tipi, derivati da un lato dalla produzione sostanzialmente di *elementi strutturali in pasta rossa* come mattoni, blocchi, tegole dei tetti e dall'altro quelli originati dalla produzione di componenti ottenuti perlopiù da *pasta bianca* come piastrelle per pareti e pavimentazione, sanitari, piatti e stoviglie [Fig. 4.42]. La *composizione chimica* delle varie paste cambia in base al tipo di argilla utilizzata. Per essere utilizzati

76 Pacheco-Torgal F., Jalali S., 2009, *Reusing ceramic wastes in concrete*, University of Minho, Portugal, Elsevier

77 Ibid.

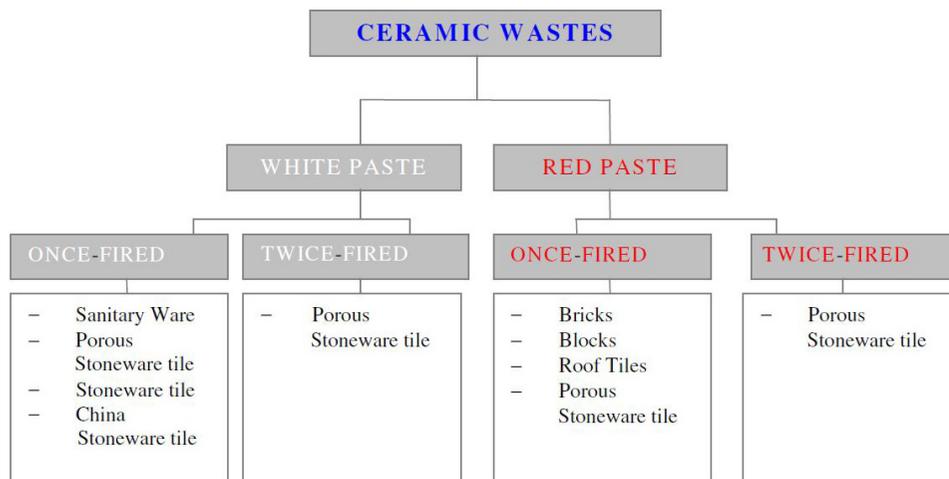


Figura 4.42 Le due tipologie di rifiuti derivati dall'industria ceramica
Fonte: Reusing ceramic wastes in concrete

come aggregati e condurre la fase di test, i rifiuti ceramici sono stati *frantumati e setacciati* in *quattro* tipologie, ottenendo *aggregati grezzi, medi, fini e polvere ceramica*.

Lo studio è stato suddiviso in due fasi. La **fase A**, in cui il *cemento* nel calcestruzzo è stato *sostituito* parzialmente dalla *polvere ceramica* per un 20%, ottenendo 4 tipologie diverse di materiali in base ai rifiuti utilizzati: *mattoni ceramici (CB)*, *articoli ceramici cotti due volte (WSTF)*, *sanitari (SW)* e *articoli ceramici cotti una volta (WSOF)*. La **fase B** invece ha previsto la *sostituzione* dei tradizionali *aggregati del calcestruzzo con sabbie ceramiche a grana grezza, media e fine*. Sono state realizzate due tipologie di combinazioni, in cui nella prima è stata *sostituita la sabbia naturale con la sabbia ceramica (MCS)* e nella seconda sono stati *sostituiti gli aggregati a grana grezza granitici con gli aggregati a grana grezza dei rifiuti ceramici (MCCA)*.

Le fasi sono state suddivise al fine di effettuare nella maniera più corretta le comparazioni tra il calcestruzzo tradizionale e i nuovi calcestruzzi ottenuti dalle diverse combinazioni appena descritte. I vari test effettuati sono stati relativi a resistenza a compressione, assorbimento dell'acqua in presenza di vuoto, permeabilità all'ossigeno e all'acqua, diffusione di ioni cloruro e di resistenza a compressione dopo accelerazione della maturazione.

In Fig. 4.43 sono presentati i grafici dei *test* relativi alla **fase A**, in cui il 20% di

cemento utilizzato nel calcestruzzo tradizionale è stato *sostituito dai materiali ceramici frantumati*.

Si può osservare come la *resistenza a compressione* [Fig.4.43a] dopo pochi giorni di stabilizzazione sia minore per il calcestruzzo con il 20% di rifiuti ceramici sostitutivi dal cemento, mentre dopo 90 giorni i risultati rispetto al calcestruzzo tradizionale sono piuttosto simili. Il calcestruzzo CB risulta essere il più performante tra i calcestruzzi ottenuti dai rifiuti.

Per quanto riguarda l'*assorbimento d'acqua sotto vuoto* [Fig.4.43b], tutti i calcestruzzi "ceramici" migliorano le prestazioni rispetto al calcestruzzo tradizionale eccetto il CB.

La *permeabilità all'ossigeno* [Fig.4.43c] invece migliora per WSTF e per WSOF, mentre per CB e per SW le prestazioni sono inferiori al calcestruzzo tradizionale. Per quanto riguarda la *permeabilità all'acqua* invece si ottengono degli incrementi di performance per tutti i calcestruzzi ceramici, tra cui WSOF risulta essere il migliore.

La *diffusione di ioni cloruro* [Fig.4.43d] (aspetto importante per il calcestruzzo armato in quanto è uno dei fattori che determina l'integrità del ferro al suo interno) risulta migliore del calcestruzzo tradizionale in tutti i calcestruzzi ottenuti con i rifiuti ceramici, eccetto che per SW per il quale le prestazioni risultano essere simili a quello tradizionale.

Infine, i test di *accelerazione della maturazione* [Fig.4.43e] presentano valori di resistenza a compressione finale minori per i calcestruzzi ottenuti con i rifiuti ceramici eccetto che per WSTF.

In Fig. 4.44 sono invece presentati i grafici relativi ai test della **fase B**, in cui si compara il calcestruzzo tradizionale a due composizioni in cui è stata utilizzata una *sabbia ceramica (MCS)* al posto della *sabbia naturale* e *aggregati a grana grezza (MCCA)* al posto degli *aggregati grezzi a base di granito frantumato*.

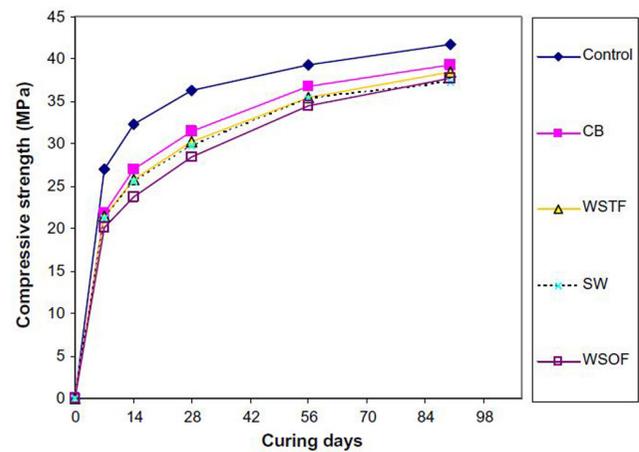
In questo caso addirittura la *resistenza a compressione* [Fig. 4.44a] risulta maggiore rispetto al calcestruzzo tradizionale nel caso dell'utilizzo della sabbia ceramica (MCS), arrivando a circa 50MPa, mentre risulta uguale per il MCCA (45MPa).

L'*assorbimento dell'acqua sotto vuoto* [Fig. 4.44b] risulta leggermente peggiore nei calcestruzzi che riutilizzano gli aggregati ceramici, ma come sottolineato dagli autori, la differenza è trascurabile ai fini pratici.

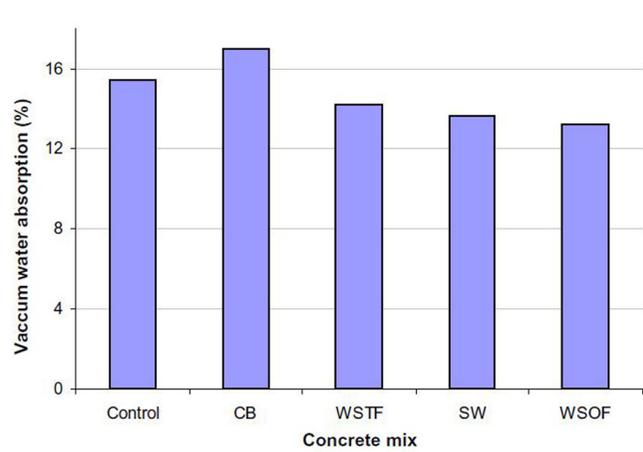
Le prestazioni di *permeabilità all'ossigeno* [Fig. 4.44c] risultano migliori sia nel caso del MCS che del MCCA, mentre la *permeabilità all'acqua* risulta uguale al calcestruzzo tradizionale per MCS e leggermente peggiore nel caso di MCCA.

Un grande miglioramento invece è stato registrato nel caso della *diffusione degli*

A



B



C

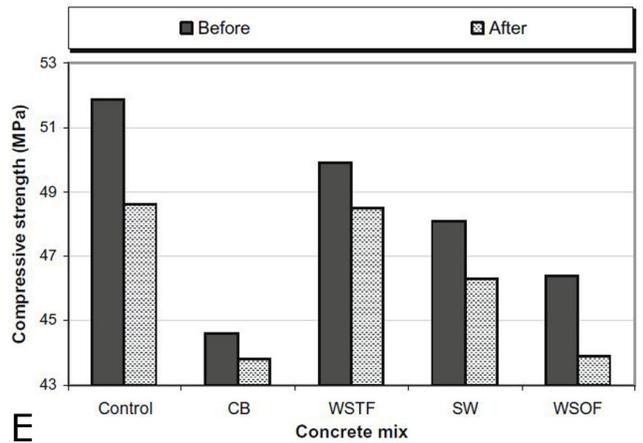
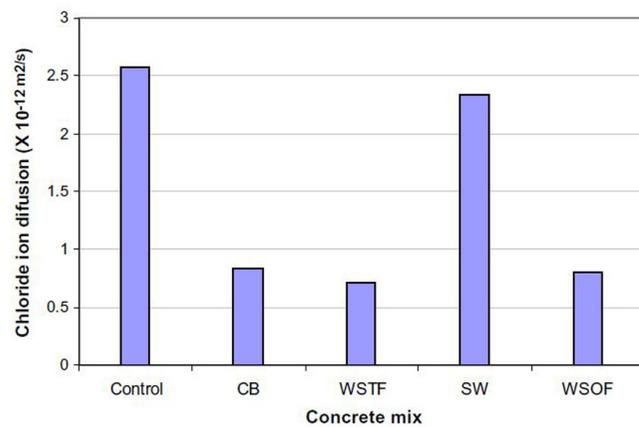
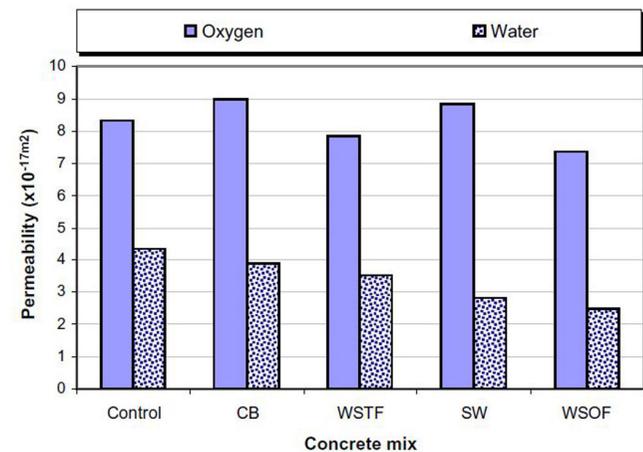


Figura 4.43
 Test effettuati nella fase A dello studio
 4.43a Resistenza a compressione
 4.43b Assorbimento acqua in presenza di vuoto
 4.43c Permeabilità all'Ossigeno e all'acqua
 4.43d Diffusione degli ioni cloruri
 4.43e Resistenza a compressione dopo la fase di accelerazione della maturazione
 Fonte: *Reusing ceramic wastes in concrete*

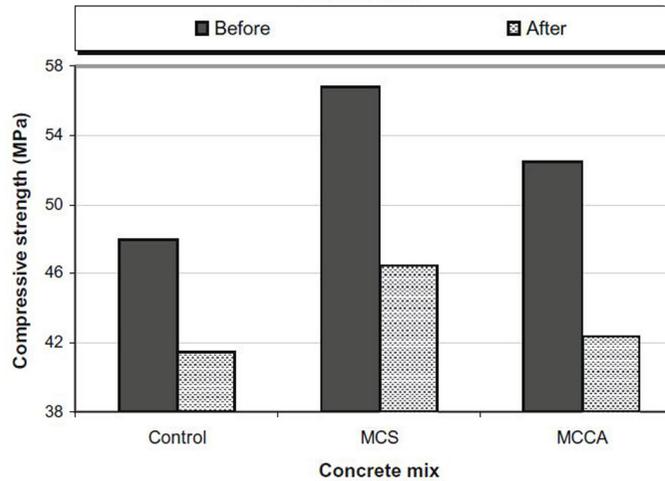
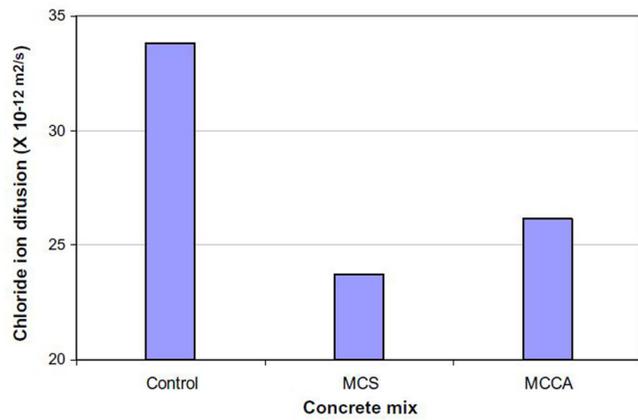
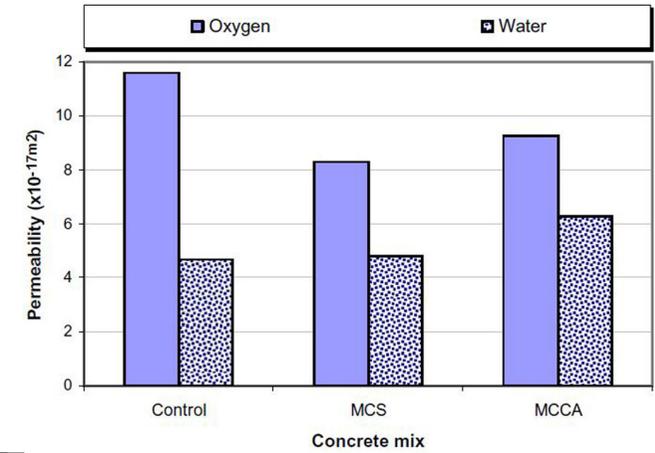
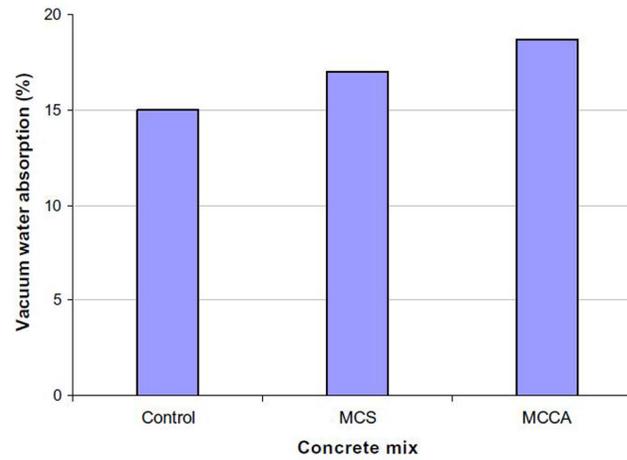
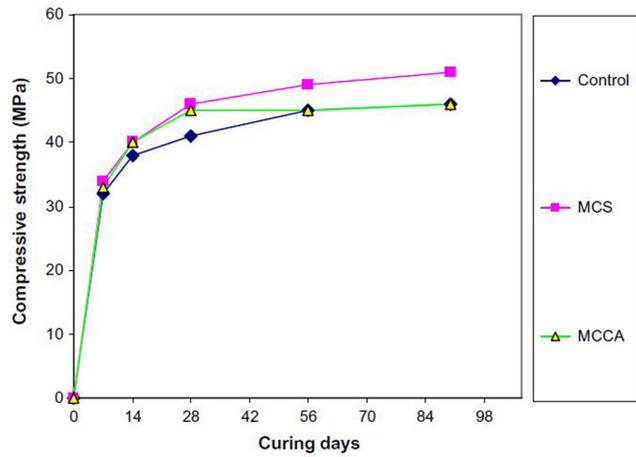


Figura 4.44
 Test effettuati nella fase B dello studio
 4.44a Resistenza a compressione
 4.44b Assorbimento acqua in presenza di vuoto
 4.44c Permeabilità all'Ossigeno e all'acqua
 4.44d Diffusione degli ioni cloruri
 4.44e Resistenza a compressione dopo la fase di accelerazione della maturazione
 Fonte: *Reusing ceramic wastes in concrete*

ioni cloruro [Fig. 4.44d], in quanto il valore del coefficiente è ridotto notevolmente sia nel caso del MCS che del MCCA, potendo dunque garantire una maggiore protezione del ferro per l'armatura del calcestruzzo.

Infine, come si può vedere in Fig. 4.43e, i valori di resistenza a compressione dopo i test di *accelerazione della maturazione* risultano migliori rispetto al calcestruzzo tradizionale, ottenendo dunque anche in questo caso dei materiali maggiormente prestazionali sia nel caso di MCS che di MCCA.

Lo studio dimostra dunque i vantaggi prestazionali ottenibili sostituendo i materiali tradizionali utilizzati nella realizzazione del calcestruzzo con materiali di rifiuto derivati dall'industria ceramica. Questo aspetto può portare a ottenere dei vantaggi notevoli a livello sia **ambientale**, in quanto si riduce il fabbisogno di estrazione delle materie prime necessarie a ottenere il calcestruzzo, sia di tipo **economico**, in quanto da un lato è ridotto il costo di estrazione e trasformazione della materia prima (per un valore di circa il 7,5%) e dall'altro si evitano i costi di smaltimento in discarica dei rifiuti ceramici.

Il **calcestruzzo**, materiale solitamente associato al settore edile e architettonico, sta assumendo negli ultimi tempi un ruolo sempre più importante nel campo del *design* per le sue caratteristiche estetiche e fisiche. Nell'ambito ad esempio dell'*arredamento domestico o urbano* sono molti i casi citabili in cui viene utilizzato questo materiale [Fig. 4.45]. Lo studio di soluzioni che prevedano il riutilizzo di rifiuti di lavorazione per la realizzazione di nuovi materiali e nuovi prodotti sono di assoluto stimolo per un designer al fine di progettare in maniera responsabile ottenendo vantaggi a livello ambientale, economico e prestazionale. Come si è visto comunque nei casi appena presentati, l'ambito di ricerca prevalente nel riutilizzo di rifiuti di lavorazione consiste nella loro *frantumazione* e successivo inserimento come *rinforzo* in materiali compositi o come *leganti/aggregati* come nel caso appena descritto del calcestruzzo. Il metodo che si definirà nel prossimo capitolo vuole valutare le possibilità di riutilizzo dei rifiuti di lavorazione considerando la frantumazione come una (e non l'unica) delle possibili opzioni per la loro gestione.



Figura 4.45 L'utilizzo sempre più diffuso del calcestruzzo nel design contemporaneo (in ordine: lampada Aplomb di Lucidi e Pevere per Foscarini, Outdoor furniture di Patrick Norguet per Mc Donald's, panchina di Eduardo Arroyo per Escofet

Fonte: <http://www.archiexpo.it>; <http://www.architectlines.com>; <http://media.designerpages.com>

4.7 Design e rifiuto industriale

Si è constatato dunque come da parte del mondo della *ricerca scientifica* ci sia un *approccio piuttosto settoriale* alla tematica del riutilizzo dei rifiuti industriali. Nel momento infatti in cui da un determinato ambito produttivo emerge un quantitativo ingente di materiale da smaltire secondo pratiche che presentano un certo peso in termini di impatti economici e ambientali, la metodologia con la quale viene affrontata la possibilità di un loro potenziale riutilizzo verte sin da subito in un'*applicazione pratica e specifica* come nei casi appena mostrati nel paragrafo 4.6.

Per quanto riguarda invece l'ambito del **design italiano e internazionale**, ho potuto riscontrare nel corso delle ricerche effettuate in questi mesi come il tema del *riutilizzo dei rifiuti* per l'ideazione di prodotti d'uso stia coinvolgendo un *numero sempre maggiore di progettisti e aziende*, ponendo la tematica sempre in maggiore rilievo. Tuttavia, in riferimento a al mondo del progetto, ciò che emerge a livello globale è un **approccio alla tematica** che presenta da un lato un *forte messaggio etico* in termini di sostenibilità ambientale, a dimostrazione di come il design stia cominciando a prendere seriamente coscienza del problema per cercare di porvi un freno e trovare adeguate soluzioni, mentre dall'altro tale approccio in molti casi risulta essere piuttosto *creativo* e ricco di stimoli interessanti ma molto spesso *non strutturato e randomico*. Emerge a mio avviso un interesse diffuso da parte dei designer di affrontare il tema del riutilizzo dei rifiuti prodotti dall'industria. Tuttavia, mentre da un lato è difficile e svincolato dalla formazione di un designer tradizionale poter condurre degli studi di carattere scientifico-ingegneristico come quelli presentati nel paragrafo precedente, dall'altro *l'ideazione di prodotti* basati sul riutilizzo dei rifiuti molto spesso li porta a ideare degli oggetti che **non possono essere catalogati come prodotti industriali**, per le caratteristiche di *non serialità e non riproducibilità* su larga scala che li caratterizzano, quanto piuttosto rientrano molto più a mio parere in una sfera relativa a un ambito di intervento di tipo *artistico-artigianale* caratterizzata da prodotti unici e non riproducibili. Le immagini seguenti in Fig. 4.46 sono presentate per dimostrare visivamente quanto appena detto. Questo approccio *confusionario* a una tematica tuttavia piuttosto sentita è ciò che mi ha portato a voler strutturare un *metodo progettuale qualitativo per il riutilizzo dei rifiuti industriali* che possa essere un punto d'unione tra l'approccio scientifico e quello relativo al design, in modo da ideare prodotti basati sul riuso dei rifiuti in maniera più strutturata e definita.



Figura 4.46
Esempi dell'approccio alla tematica del riutilizzo del rifiuto industriale da parte del design internazionale
Fonti (immagini pag. 119 e 120):
www.interiordesign.net
www.cristianvisentin.com
www.inhabitat.com
www.scraphacker.com
www.designboom.com
www.hometon.com
www.core77.com
www.xaxor.com
www.lumberjocks.com
www.crookedbrains.net
www.socialdesignmagazine.com
www.ubscn.com
www.homeandfurnituregallery.com
www.greenupgrader.com



4.8 Conclusioni

Il capitolo ha riportato un'ampia panoramica introduttiva al metodo di riutilizzo dei rifiuti di lavorazione (che verrà illustrato nel prossimo capitolo) volta a presentare dei concetti chiave per un designer in ottica progettuale, evidenziando le opportunità che possono presentarsi anche a livello economico e formativo nello sviluppo di nuovi materiali e prodotti. Si è analizzato come per il **progetto di domani** sarà di fondamentale importanza a mio avviso considerare un prodotto non più come un insieme di fattori da *ottimizzare in maniera isolata*, ma attraverso *approcci multidisciplinari* dovrà tenere in considerazione *tutte le parti coinvolte* affinché dall'ottimizzazione dei singoli componenti si passi alla valutazione globale dell'**intero sistema-prodotto**. Sono molte le pratiche e gli strumenti che si sono sviluppati specie negli ultimi anni per raggiungere l'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali derivati dal settore industriale mantenendo però un criterio di fattibilità economica, aspetto basilare per un'azienda. Si è focalizzata l'attenzione specialmente sul significato a livello di impatti ambientali, sociali ed economici di pratiche come il riciclaggio o il riuso, dimostrando che applicare una sola delle due soluzioni in certi casi può essere *addirittura controproducente* e che la modalità più vantaggiosa consiste nell'utilizzo opportunamente combinato di più opzioni.

Nell'ultima parte del capitolo sono stati presentati alcuni studi scientifici settoriali relativi al riutilizzo dei rifiuti di lavorazione per sviluppare materiali e prodotti in ottica di sostenibilità ambientale e sono stati proposti alcuni casi studio relativi invece al mondo del design internazionale mostrandone l'approccio metodologico alla tematica del riutilizzo.

Il vero progetto di domani a mio parere non sarà costituito esclusivamente da straordinarie innovazioni estetico-formali, ma la vera carica di novità di un prodotto sarà rappresentata dalla maniera in cui **globalmente** esso risolverà problemi di tipo funzionale, estetico, economico, sociale, ma soprattutto ambientale.

*If design is ecologically responsible, then it is also revolutionary.*⁷⁸

⁷⁸ Papanek V. J., 1971, *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*, Pantheon Books, New York

5. DEFINIZIONE DEL METODO

Introduzione

Nei capitoli precedenti sono state presentate le operazioni principali a livello nazionale e internazionale che si stanno attuando in chiave di **sostenibilità** per una *corretta gestione dei rifiuti speciali* (cioè quelli derivati dalle lavorazioni industriali), focalizzando successivamente l'attenzione sulla produzione di questi ultimi in Italia relativa ai vari settori produttivi, con particolare riferimento a quello maggiormente inerente al campo del design, ovvero il *manifatturiero*. Si è inoltre fornita una panoramica generale di alcune discipline progettuali e produttive nate negli ultimi anni nell'ottica di ridurre il quantitativo di risorse estratte, di ottimizzare l'intero ciclo di vita del prodotto dal concept fino alla sua dismissione, di diminuire gli impatti ambientali legati ai processi produttivi e alle varie fasi del ciclo di vita e di minimizzare gli sprechi in termini di risorse umane e di materiale utilizzato. Si è inoltre visto come la *giusta combinazione* tra pratiche di *riciclo* e di *riuso* di materiali destinati a smaltimento possa offrire innumerevoli vantaggi in termini ambientali, economici e prestazionali per lo sviluppo di prodotti futuri.

Il capitolo seguente rappresenta il fulcro vero e proprio della trattazione. L'obiettivo che ci si prefigge è quello di definire i *passaggi procedurali* necessari alla delineazione di un **metodo** in grado di fornire un utile strumento a un progettista per individuare le possibilità insite nei rifiuti derivati dai processi produttivi al fine di favorire e incentivare il loro riutilizzo per ottenerne nuovi prodotti o nuovi materiali. Il metodo descritto è di **carattere qualitativo** e potenzialmente applicabile a molte delle tecnologie produttive oggi esistenti: il metodo è ovviamente solo una linea guida, in quanto la vera sfida che viene proposta qui è rivolta alla capacità creativa e progettuale del singolo designer, che utilizzando il metodo come riferimento può essere in grado di sviluppare idee e prodotti in grado di sfruttare le potenzialità insite nei rifiuti dei processi di lavorazione. Il metodo presenta dunque le *opzioni procedurali* da seguire per ottimizzare in primis la produzione di rifiuti tramite idonee pratiche da perseguire nelle fasi iniziali di progettazione e, nel momento in cui il rifiuto risulta inevitabile, per poterlo sfruttare nell'ottica del riutilizzo, valutando tramite opportune comparazioni gli **impatti ambientali ed economici** relativi allo sviluppo del progetto.

5.1 Le opportunità del metodo

Il tradizionale iter di sviluppo prodotto consiste in una *serie di procedure* che definiscono i passaggi necessari a un progettista per ingegnerizzare e industrializzare un manufatto.

Per quanto riguarda la sostenibilità ambientale sono numerosi in letteratura come visto nel capitolo precedente i riferimenti a **metodi di ottimizzazione** dei processi in grado di ridurre gli impatti negativi connessi ai processi industriali. Una delle fasi su cui si sta focalizzando principalmente la ricerca è costituito dalla fase relativa alla *gestione del fine vita* dei prodotti, promuovendo procedure come il riutilizzo [Fig. 5.1] e il riciclaggio [Fig. 5.2].

Sebbene dunque si stia lavorando su molti aspetti legati al fine vita dei prodotti, dal punto di vista invece della *gestione* dei rifiuti derivati dai processi di lavorazione si può notare il crescente sviluppo di metodologie volte soprattutto al *riciclaggio* dei componenti e dei materiali, che sebbene presentino in molti casi caratteristiche di validità, non risultano essere a priori, come si è visto nel capitolo precedente, la *modalità gestionale migliore* in quanto comportano in alcuni casi un costo energetico ed economico rilevante, che può essere addirittura in determinati casi improduttivo. D'altro canto, dal punto di vista invece del *riutilizzo dei rifiuti* derivati dalle lavorazioni industriali c'è ancora a mio avviso un **ampio margine di intervento** su cui lavorare e proprio in questo ambito si colloca il metodo.

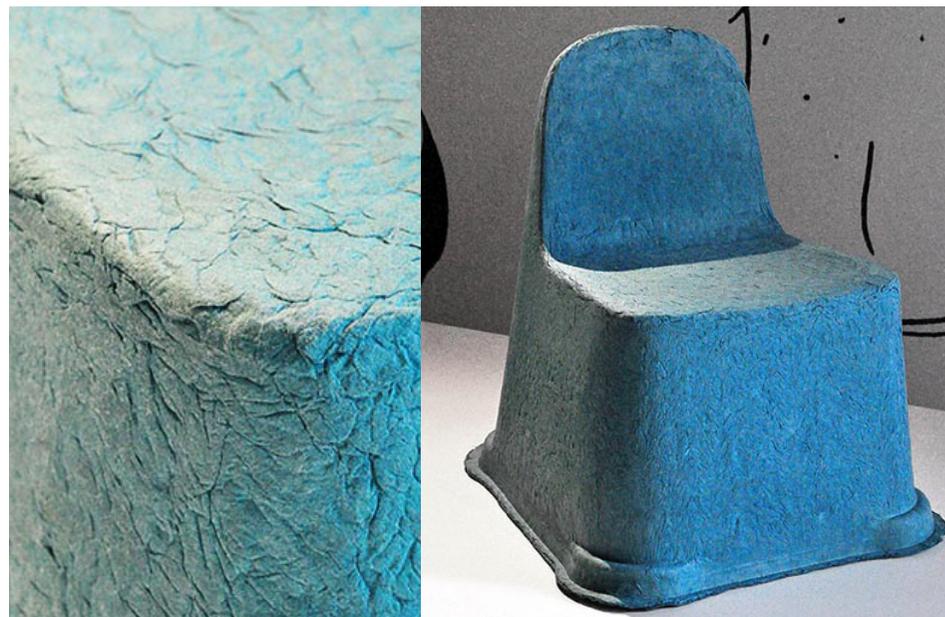
Il *metodo* che viene ora proposto si inserisce dunque in quel momento successivo alla produzione in azienda dei rifiuti, stabilendo un **iter procedurale** che valuti come opzione primaria rispetto al riciclaggio quella di un loro riutilizzo secondo diverse modalità per lo sviluppo di altri prodotti o materiali.

Il metodo dunque si propone come uno *strumento* utile per un progettista al fine di sviluppare soluzioni progettuali a partire da componenti e materiali di rifiuto che, data la loro natura, vengono accettati come *sequenziali e intrinseci* al processo produttivo e dunque da gestire nella maniera economicamente e ambientalmente più conveniente per un'azienda. Sebbene spesso a livello industriale non ci sia abbastanza disponibilità di tempo da dedicare al problema, questi *componenti di rifiuto* presentano secondo me notevoli **potenzialità intrinseche** alla loro composizione formale e materica su cui basarsi per poter sviluppare dei *prodotti* a partire da essi. La sfida che viene lanciata in questa sede è dunque rivolta al designer, che in collaborazione con i reparti produttivi e gli uffici tecnici aziendali deve essere in grado di individuare nella fase immediatamente successiva alla produzione, sulla base delle linee guida presentate nel metodo,



Figura 5.1
Stampante Hp della tipologia Refurbished assemblata con componenti di riutilizzo ricondizionati per la reimmissione in commercio
Fonte: <http://www.hp.com>

Figura 5.2
Parupu chair in paper pulp riciclabile disegnata dallo studio Claesson Koivisto Rune per Södra
Fonte: <http://www.spotd.it>



eventuali opportunità e declinazioni progettuali a partire dai rifiuti.

Questa *modalità di intervento* è possibile solamente con un approccio mentale diverso da quello utilizzato fino ad oggi e potrebbe essere in grado in futuro di creare a mio parere anche interessanti opportunità di lavoro dedicate appositamente a questo ambito. L'intento principale della trattazione è quello di evidenziare la possibilità di **trasformare in risorse e valore** qualcosa (per quanto necessario e inevitabile) privo apparentemente di utilità e di cui disfarsi con il minor danno ambientale ed economico.

5.2 Il ciclo di vita dei prodotti

In riferimento a varie trattazioni esistenti in letteratura sul tema, ho ritenuto necessario illustrare in maniera *schematica e sintetica* le varie fasi del ciclo di vita^{1,2,3} tradizionale di un sistema-prodotto, al fine di definire con precisione la collocazione e il momento di applicazione del metodo di riutilizzo dei rifiuti.

La prima fase per l'*ottenimento di un materiale* è l'**estrazione delle risorse** in natura, come ad esempio da un deposito bauxitico per ottenere alluminio [Fig.5.3]. Successivamente alla fase di estrazione, il materiale viene trasportato in impianti appositi e subisce vari processi di **trasformazione** chimico-fisica tramite l'impiego di energia: sempre ritornando al caso dell'alluminio, dalla bauxite si ottiene l'allumina tramite processi brevettati a livello industriale, come il

1 Onkvisit S., Shaw J., 1989, *Product Life Cycles and Product Management*, Praeger Pub.

2 Giudice F., La Rosa G., Risitano A., 2006, Op. Cit.

3 Niemann J., Tichkiewitch S., Westkamper E., 2008, *Design of Sustainable Product Life Cycles*, Springer-Verlag Ed.

Figura 5.3
Estrazione della bauxite per l'ottenimento dell'alluminio
Fonte: <http://www.network54.com>





Figura 5.4
Esempi di semilavorati per il settore della carpenteria
metallica e del legno
Fonte: <http://> ; <http://www.gpedilizia.it>

processo Bayer o il Hall-Hérault⁴.

Grazie a questi processi di trasformazione, a seconda della tipologia di materia-
le e delle tecnologie a essi connesse, si ottengono le **materie prime** e i **semi-
lavorati** di partenza su cui è basata la successiva fase di *progettazione*, ovvero
dei *prodotti intermedi* che non hanno altra funzione se non quella di essere *suc-
cessivamente lavorati* per ottenere componenti e prodotti finiti. Alcuni esempi di
materia prima per il settore polimerico sono costituiti dai pellet per i processi di
stampaggio, mentre per quanto riguarda i semilavorati i prodotti di riferimento
possono essere lastre, pannelli e profili a sezione variabile per il settore ad es.
della carpenteria metallica o del legno [Fig. 5.4]. I tre momenti appena descritti

4 William B. F., Warren E. H., 2011, *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Ed. Wiley&Sons,
NJ



Figura 5.5
Fasi iniziali del ciclo di vita di un prodotto

costituiscono l'**inizio del ciclo di vita** di un prodotto [Fig.5.5].

Le materie prime forniscono la base di partenza per iniziare la fase di proget-
tazione, uno dei momenti di maggiore importanza dell'intero ciclo di vita, in
quanto è qui che si determinano a livello industriale l'*80% dei costi effettivi*
dell'intero sistema, come si è detto nel precedente capitolo in riferimento al
grafico di Fig. 4.16. Ed è sempre in questa fase che si determina la gestione del
fine vita del prodotto e di conseguenza gli impatti ambientali di cui esso sarà
causa. La fase di progettazione (che vede come attori principali gli uffici tecnici
aziendali ed eventuali designer/collaboratori esterni) è molto importante, ed è
proprio per questo che si sono volute presentare nel capitolo precedente alcune
delle strategie operative che si stanno sviluppando negli ultimi anni al fine di
migliorare e ottimizzare le performance di efficienza ambientale e produttiva
relative al ciclo di vita di un prodotto. Tali procedure sono strumenti di interesse
a mio avviso per un progettista, soprattutto in un contesto come quello di oggi
in cui è possibile ricorrere a strumenti informatici in grado di facilitare i passaggi
necessari per il conseguimento di questo principio di *ottimizzazione globale* del
sistema-prodotto. La progettazione di oggi si avvale infatti dell'evoluzione di
sostanziosi strumenti informatici come i *modellatori parametrici CAD*, programmi
in grado di definire in maniera semplice, efficace e rapidamente modificabile
l'architettura di un prodotto per arrivare alla definizione del progetto esecutivo
da avviare alla fase di produzione.

Uno strumento molto valido di *ottimizzazione materica* di un componente con-
siste nel *metodo agli elementi finiti FEM⁵*. Per sviluppare un'analisi FEM si parte
dalla suddivisione della superficie virtuale del componente modellato tridimen-
sionalmente in una griglia di *poligoni chiusi⁶* (mesh poligonali), che replica l'an-
damento della superficie stessa, strutturata in maniera più fitta nei punti di
maggiore sollecitazione prevista [Fig.5.6]. L'analisi FEM vera e propria consiste
in una *simulazione dei carichi* e delle sollecitazioni che il componente/prodotto
subirà in fase di utilizzo in uno o più punti, e consente di dimensionare il com-
ponente in maniera opportuna al fine di evitare sovradimensionamenti ed errori
progettuali, consentendo di utilizzare il *minor quantitativo possibile* di materiale
rientrando nei parametri di accettabilità e di sicurezza stabiliti dalle normative.
Questo aspetto porta con sé *notevoli vantaggi* in termini economici e ambientali,

5 Belingardi G., 1998, *Il metodo degli elementi finiti nella progettazione meccanica*, Levrotto & Bella,
Torino

6 Suzzani R., 2000, *Manuale dello stampista*, Ed. Tecniche Nuove, Milano

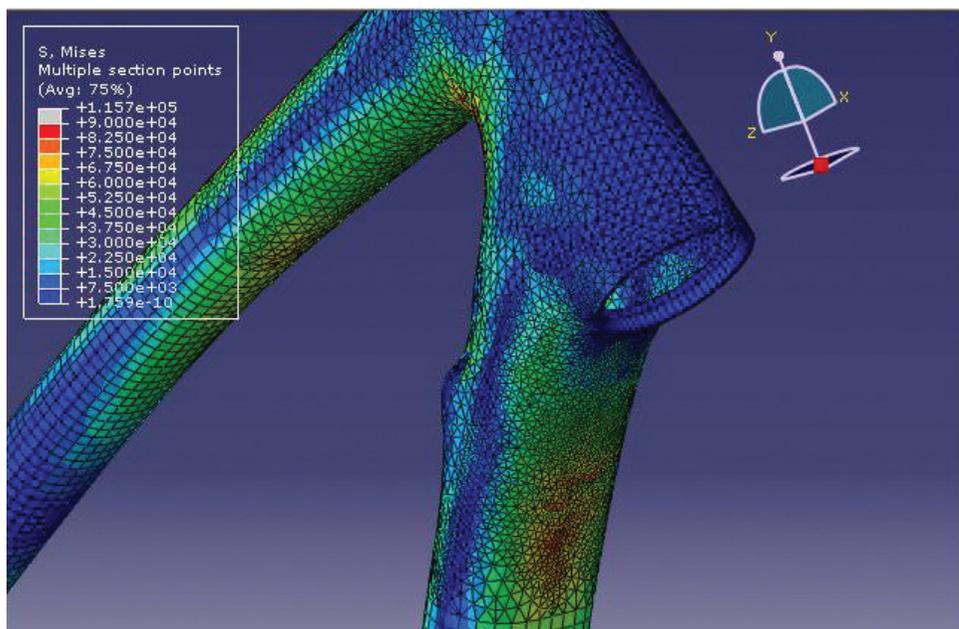


Figura 5.6
 Analisi agli elementi finiti FEA effettuata da Trek con il software Simulia per un telaio di una bicicletta in fibra di carbonio
 Fonte: <http://www.designworldonline.com>

tanto da rendere l'analisi FEM uno strumento sempre più diffuso all'interno degli uffici tecnici come strumento di supporto alla fase di progettazione.

Dopo la fase di progettazione, integrata con idonei strumenti, è possibile avviare la produzione. Come detto in precedenza, per l'ottenimento di un componente finito sono di fondamentale importanza le materie prime e i semilavorati di partenza. Attraverso la definizione e la pianificazione dei **processi produttivi** e delle **lavorazioni** [Fig.5.7] è possibile intervenire sulla materia al fine di ottenere i componenti progettati, aspetto che presenta un ampio ventaglio di possibilità sulla base delle diverse esigenze produttive.

La fase successiva alla realizzazione dei singoli componenti consiste nella loro *connessione preliminare* per la realizzazione di un *prototipo di pre-produzione* per effettuare i *test di sicurezza, di carico e i controlli ergonomici* in rispondenza alle normative di riferimento per la messa in commercio del prodotto. I momenti di **prototipazione** e di **testing** comportano modifiche e implementazioni fino

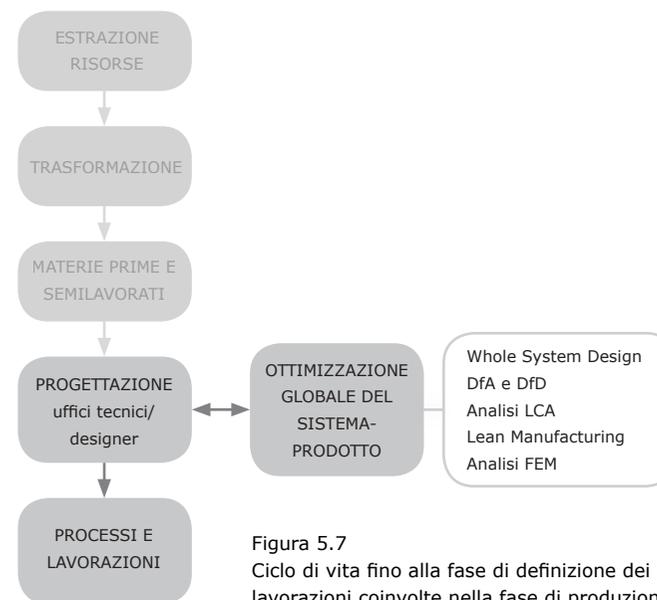


Figura 5.7
 Ciclo di vita fino alla fase di definizione dei processi e delle lavorazioni coinvolte nella fase di produzione



Figura 5.8
Bottiglia in materiale polimerico stampata per soffio-iniezione e successiva fase di connessione dei componenti per l'ottenimento del prodotto finito
Fonte: Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*

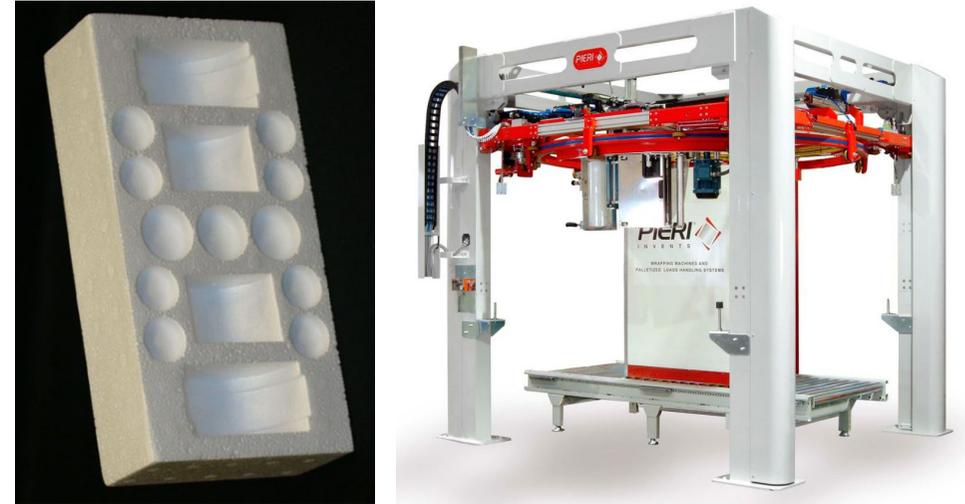


Figura 5.9
Esempio di componente per imballaggio in polistirene espanso e macchina avvolgitrice automatica con anello rotante per la preparazione alla spedizione
Fonte: <http://www.directindustry.it>

all'approvazione definitiva del progetto, che determina l'inizio della produzione vera e propria. È in quest'ultima fase che iniziano per un'azienda i costi effettivi, ed è dunque fondamentale che a questo livello il progetto sia stato ottimizzato e siano state valutate le criticità del sistema per evitare modifiche in itinere, sempre più costose man mano che aumenta la profondità di produzione, come dimostrato nel capitolo precedente dal grafico di Fig. 4.17.

La fase di **produzione** è determinata da tre momenti principali, ovvero quello dell'effettiva *realizzazione* di tutti i singoli componenti che vanno a comporre il sistema-prodotto, la loro *connessione* [Fig.5.8] secondo quanto definito dalle specifiche di progetto e un'eventuale fase di *finitura* per l'ottenimento del prodotto finito (le ultime due non necessariamente in quest'ordine). Data l'ampiezza delle tecnologie possibili di riferimento e il relativo interesse ai fini del metodo, non è necessario scendere nel dettaglio della descrizione di queste fasi, già ampiamente trattate in letteratura e applicate nella pratica quotidianamente; è però utile a mio avviso descrivere il ciclo di vita a livello generale per la collocazione del metodo e per determinare il suo momento di applicazione.

Finita la fase di produzione, il prodotto deve essere imballato. Questo passaggio richiede un'apposita progettazione e sebbene non costituisca valore effettivo

per il cliente è di estrema importanza per evitare rotture o danneggiamenti alla struttura del prodotto [Fig. 5.9]. La fase di **imballaggio** e quella successiva di **distribuzione** costituiscono un passaggio decisivo in ottica di sostenibilità ambientale, in quanto è in questo momento che il prodotto esce dai *confini fisici* dell'azienda produttrice per essere trasportato e distribuito potenzialmente in tutto il mondo. È dunque necessario sviluppare e promuovere *sin dalle fasi iniziali di progettazione e pianificazione* pratiche volte al riutilizzo e al riciclaggio non solo dei componenti del prodotto ma anche degli imballaggi stessi, al fine di ridurre gli impatti sull'ambiente una volta utilizzati. In Fig. 5.10 viene rappresentato il flusso del ciclo vita fino al momento della distribuzione.

La fase immediatamente successiva alla distribuzione è costituita dall'**utilizzo** del bene, che rappresenta essenzialmente il motivo per il quale viene innescato l'*intero meccanismo produttivo*. Questo momento può avvenire in diverse modalità e con tempistiche più o meno lunghe a seconda della tipologia di prodotto e della sua funzione. È molto importante per un'azienda affinché un prodotto abbia successo che il suo *codice comunicativo* e la sua comprensibilità siano

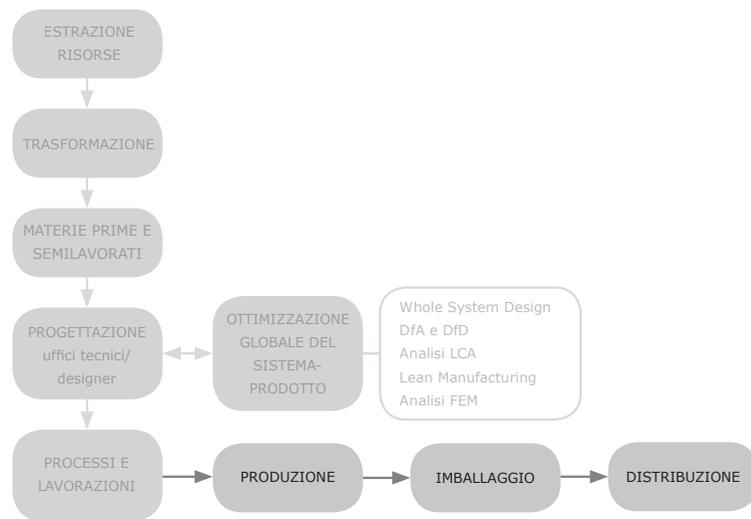


Figura 5.10
Ciclo di vita fino alla fase di distribuzione del prodotto

adeguatamente progettati: la **semiotica**⁷ del prodotto e le informazioni che esso comunica all'utente sono determinanti per il suo corretto utilizzo. Allo stesso modo, anche l'architettura di prodotto e le connessioni tra i vari componenti determinate in fase di progettazione forniscono le informazioni per facilitare eventuali pratiche di disassemblaggio per il riuso e il recupero di materiale, come si è visto per il caso Hp presentato nel capitolo precedente.

Nel momento in cui un prodotto si corrompe, degrada, si rompe in maniera irreversibile o semplicemente non risponde più alle esigenze dell'utente, è giunto a **fine vita**. Questo è il momento principale della produzione dei rifiuti a livello globale dato l'ingente quantitativo di materiale, energia e risorse coinvolte, ed è in questo momento che l'utente deve decidere, sulla base anche di ciò che il prodotto e i materiali di cui esso è composto consentono di fare, quale modalità di gestione del prodotto giunto a fine vita adottare.

Come visto nel cap.3, le opzioni principali che si presentano all'utente variano in base alle caratteristiche del prodotto e sono definite a livello gerarchico dalle direttive comunitarie e dalla legislazione nazionale (descritte nel capitolo 3) in quattro operazioni principali:

1 Ricondizionamento per il riutilizzo: questa modalità è possibile solamente attraverso una preliminare progettazione del fine vita del prodotto, affinché attraverso operazioni semplici di disassemblaggio siano consentite la riparazione, la sostituzione e il ricondizionamento dei componenti danneggiati al fine di estendere il ciclo di vita del prodotto e reintrodurlo in commercio. Un meccanismo del genere impostato correttamente potenzialmente può rendere un prodotto riutilizzabile un numero di volte molto alto, ottenendo dei vantaggi notevoli in termini ambientali.

2 Recupero di materiale: il riciclaggio è la pratica che oggi si sta diffondendo maggiormente a livello industriale, in quanto se progettato adeguatamente costituisce un vantaggio non solo dal punto di vista ambientale, ma anche dal punto di vista economico in quanto si riduce il costo della materia prima necessaria per le lavorazioni. Tuttavia, come dimostrato nel capitolo precedente in Fig. 4.26, dal punto di vista ambientale il riciclaggio è vantaggioso rispetto al non attuarlo solo se si rientra entro un certo valore limite della frazione di materiale recuperato, corrispondente a circa il 90% del totale. Dal materiale riciclato è possibile ottenere nuova materia prima da reintrodurre in una filiera produttiva.

3 Recupero di energia: è una procedura per la quale è possibile trasformare i rifiuti in energia termica o elettrica tramite apposite strutture di termovalorizzazione⁸. È una modalità tuttavia applicabile solo a una certa tipologia di rifiuti, cioè ai combustibili da rifiuto (o CDR), che necessitano di appositi processi di pretrattamento chimico e fisico al fine di rendere il materiale idoneo per il recupero energetico.

4 Smaltimento: è la modalità di dismissione che viene oggi maggiormente disincantata a livello legislativo, in quanto prevede il deposito sul territorio di prodotti e materiali non più utilizzabili. Rimane tuttavia una soluzione ancora molto adottata, in quanto sono molte le configurazioni di prodotto e i materiali che non consentono altra tipologia di gestione se non quella del deposito in discarica.

Il ciclo di vita del prodotto appena descritto a livello generale è riportato schematicamente in maniera completa in figura 5.11 e serve da base per l'inquadramento e la collocazione del metodo di riutilizzo dei rifiuti.

⁷ Bonfantini M., Brugo I., Renzi E., Zingale S., 2010, *Oggetti Novecento e Duemila*, Ati Editore

⁸ Gambarelli L., Frolidi P., 2009, *Termovalorizzazione e raccolta differenziata di RSU*, Maggioli Ed., Rimini

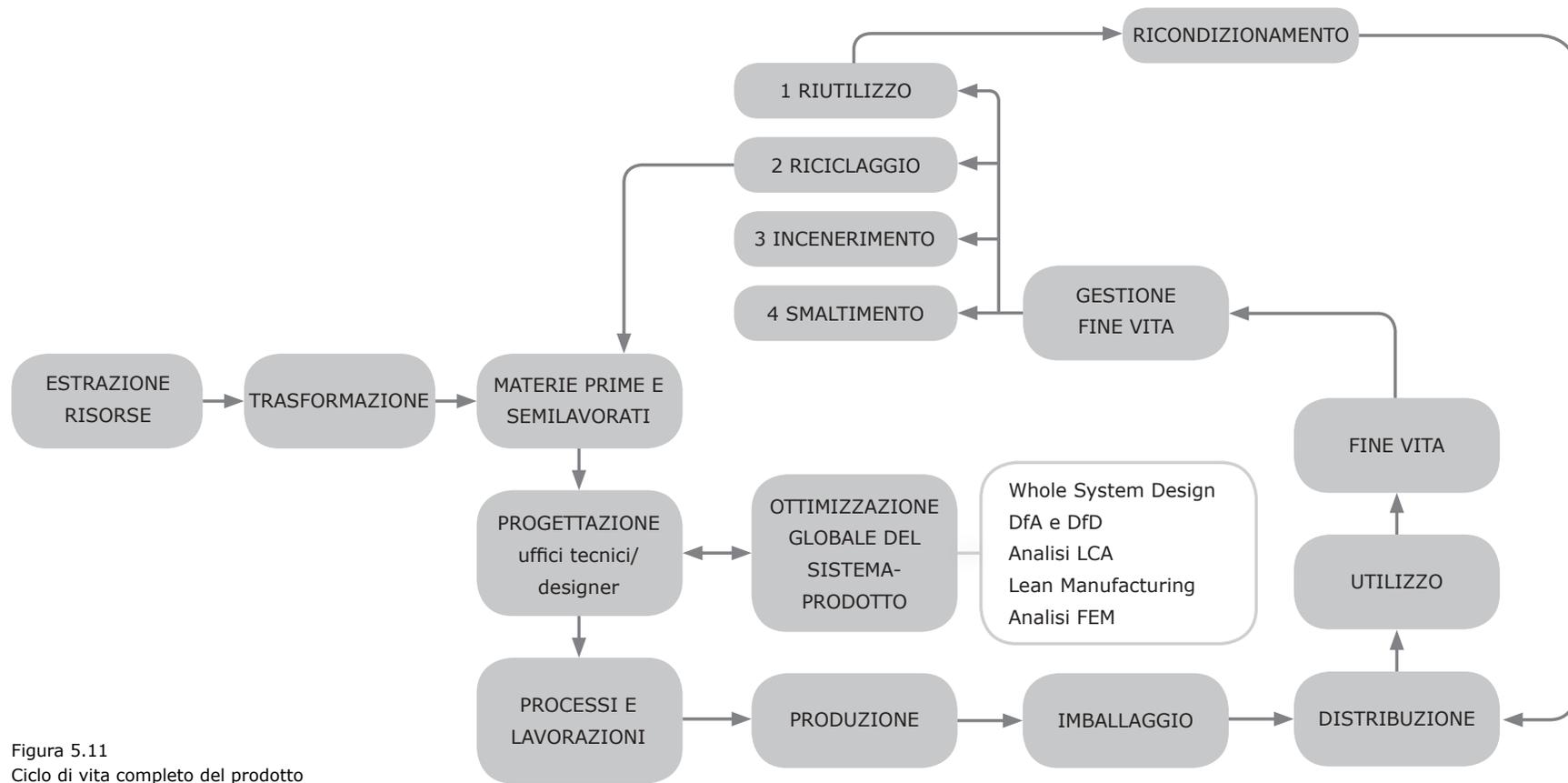


Figura 5.11
Ciclo di vita completo del prodotto

5.3 Il metodo

5.3.1 Definizioni

Al fine di **collocare e definire** in maniera dettagliata e comprensibile *tutti i passaggi del metodo* e comprendere le motivazioni e le potenzialità che ne stanno alla base, è giusto a questo livello ribadire sinteticamente alcune definizioni riportate durante il corso della trattazione. Dal punto di vista legislativo in ambito comunitario e nazionale, il dibattito intorno alla questione della gestione dei rifiuti è un tema prioritario, come dimostrato dalle disposizioni sancite a partire dal decreto Ronchi del 1997, successivamente integrate e implementate dal Dlgs. 152/06 e dalla direttiva europea 2008/98/CE, per arrivare al Dlgs. attualmente in vigore, ovvero il 205/2010. Le disposizioni contenute negli articoli contengono procedure, definizioni, e strumenti per una corretta gestione dei rifiuti in termini di sostenibilità ambientale. Dal punto di vista del metodo è utile ribadire la definizione di rifiuto, recupero e sottoprodotto presentati negli articoli del Dlgs 205/2010:

RIFIUTO: qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi.

RECUPERO: qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile, sostituendo altri materiali che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione o di prepararli ad assolvere tale funzione, all'interno dell'impianto o nell'economia in generale.

SOTTOPRODOTTO: E' un sottoprodotto e non un rifiuto qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa tutte le seguenti condizioni:

a) la sostanza o l'oggetto e' originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non e' la produzione di tale sostanza od oggetto;

b) e' certo che la sostanza o l'oggetto sara' utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;

c) la sostanza o l'oggetto puo' essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;

d) l'ulteriore utilizzo e' legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non portera' a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

Si è parlato fino a ora per facilità di comprensione di strutturare un metodo di riutilizzo dei *rifiuti di lavorazione industriale*. Da un punto di vista strettamente logico/lessicale, sulla base delle definizioni legislative vigenti, è tuttavia più corretto parlare di un **metodo di recupero tramite riutilizzo degli sfridi** di lavorazione, in quanto il termine recupero presuppone l'assegnazione di un valore di utilità al rifiuto, diventando così in grado di rispondere a una funzione al posto di altri materiali nella realizzazione di un bene. Per quanto a livello concettuale non cambi nulla, d'ora in poi si parlerà dunque di un metodo di recupero tramite riutilizzo dei rifiuti per valutare la possibilità di sviluppare a livello industriale prodotti a partire da essi.

5.3.2 Sfrido e scarto

Si è visto come i rifiuti dei processi industriali siano appartenenti alla categoria dei rifiuti speciali e siano identificabili attraverso un preciso codice CER di riferimento utile alla loro tracciabilità e a determinare la loro corretta modalità di gestione. Tuttavia, in ambito produttivo, si deve necessariamente fare una distinzione tra sfrido e scarto⁹ (differenziazione schematizzata in Fig.5.12), in quanto molto differenti tra loro:

- lo **sfrido** è un prodotto *prevedibile* con esattezza a partire dalla fase di progettazione di un componente, momento in cui si definiscono le specifiche e i processi necessari al suo ottenimento. Lo sfrido può essere originato in seguito alla lavorazione di un semilavorato (ad es. in seguito alla punzonatura di una lamiera) o più in generale alla lavorazione di un componente derivato da un determinato processo produttivo (ad es. dopo la fresatura di un componente ottenuto per stampaggio rotazionale), presentando in entrambi i casi aspetto di *serialità*. In maniera concorde e direttamente proporzionale con i quantitativi produttivi del componente da ottenere, il materiale di sfrido presenta dopo ogni lavorazione sempre le *stesse caratteristiche formali e qualitative*. Nella sua determinazione hanno dunque un ruolo fondamentale *l'ingegnerizzazione di prodotto e di processo*, in quanto una corretta progettazione del componente può ridurre notevolmente il quantitativo di sfrido prodotto. Tuttavia, sebbene la produzione di sfrido sia *ottimizzabile* in fase di progettazione, non è praticamente possibile eliminarla del tutto, contribuendo

⁹ Ashby M., Shercliff H., Cebon D., 2009, *Materiali, Dalla scienza alla progettazione ingegneristica*, Casa editrice Ambrosiana

do a determinare il costo produttivo del componente finale. La produzione dello sfrido è dunque una conseguenza intrinseca delle fasi di lavorazione.

- lo **scarto** invece è un prodotto *non conforme* con quanto riportato nelle specifiche di progetto. La sua produzione *non può essere quantificata esattamente* in fase di progettazione, ma può essere prevista solamente sulla base di *modelli statistici*. A differenza dello sfrido, la connotazione formale dello scarto non è di tipo seriale, ma presenta *alta variabilità*. Un pezzo infatti può essere scartato perchè non rientrante a livello dimensionale nelle tolleranze geometriche o dimensionali stabilite in fase di progettazione oppure per un difetto formale causato ad es. da un settaggio non corretto delle macchine. Per ridurre il quantitativo di materiale di scarto (a livello teorico la sua produzione *dovrebbe tendere a zero*), sono di fondamentale importanza anche in questo caso l'ingegnerizzazione di prodotto e di processo. Gli scarti dunque sono prodotti non rispondenti ai *parametri di accettabilità* stabiliti dal progettista.

Figura 5.12
Differenze tra le caratteristiche dello sfrido e dello scarto

SFRIDO

- ESATTAMENTE PREVEDIBILE IN FASE DI PROGETTAZIONE
- PRESENTA CARATTERISTICHE DI SERIALITÀ
- OTTIMIZZABILE MA SPESSO IMPOSSIBILE DA ELIMINARE
- DIRETTAMENTE PROPORZIONALE ALLA FASE DI PRODUZIONE

SCARTO

- PREVEDIBILE SOLO SU BASE STATISTICA
- PRODOTTO NON SERIALE MA ALTAMENTE VARIABILE
- NON RISPONDENTE CON LE SPECIFICHE DI PROGETTO
- NON È VOLUTO E DOVREBBE TENDERE TEORICAMENTE A ZERO

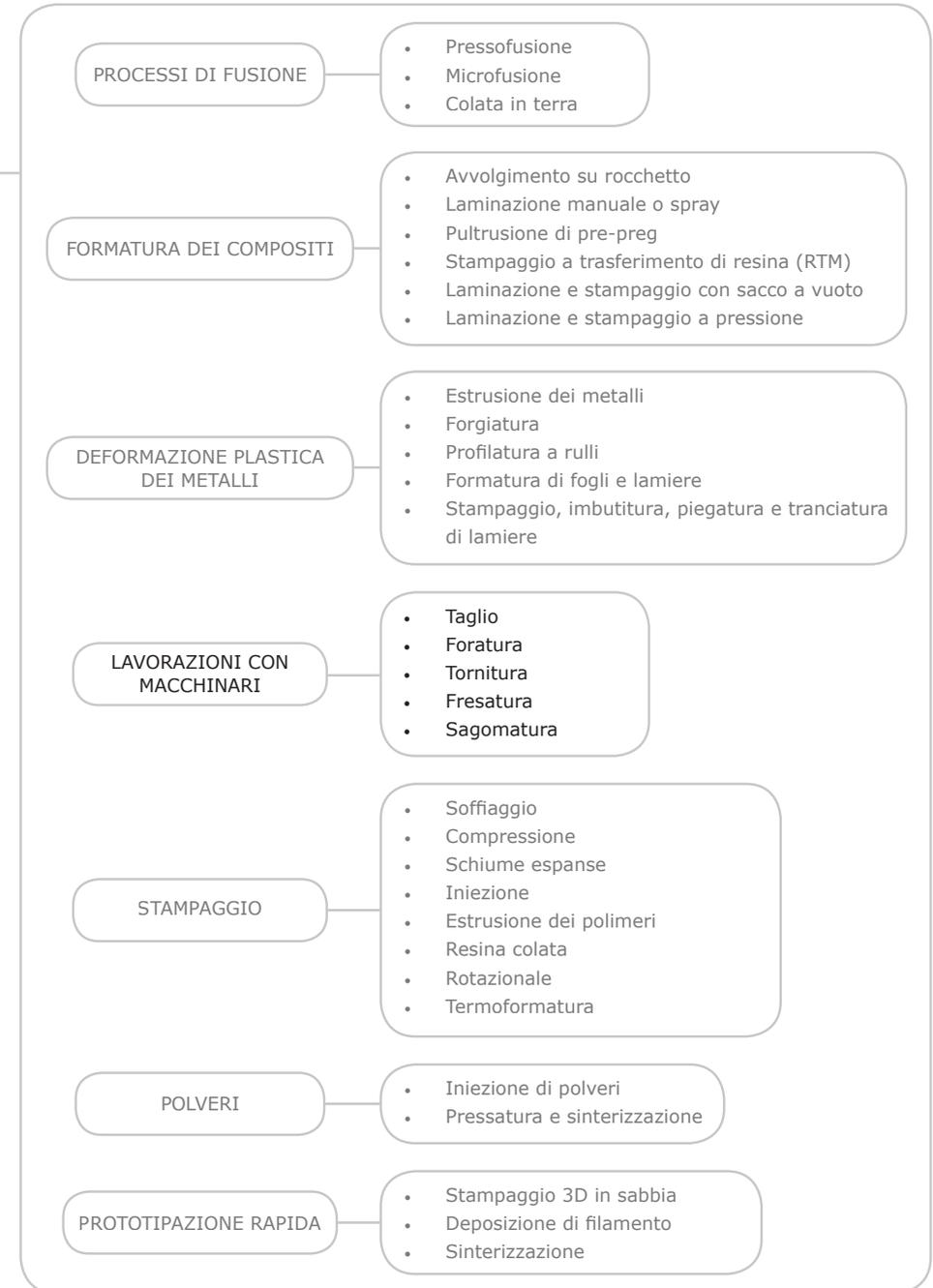
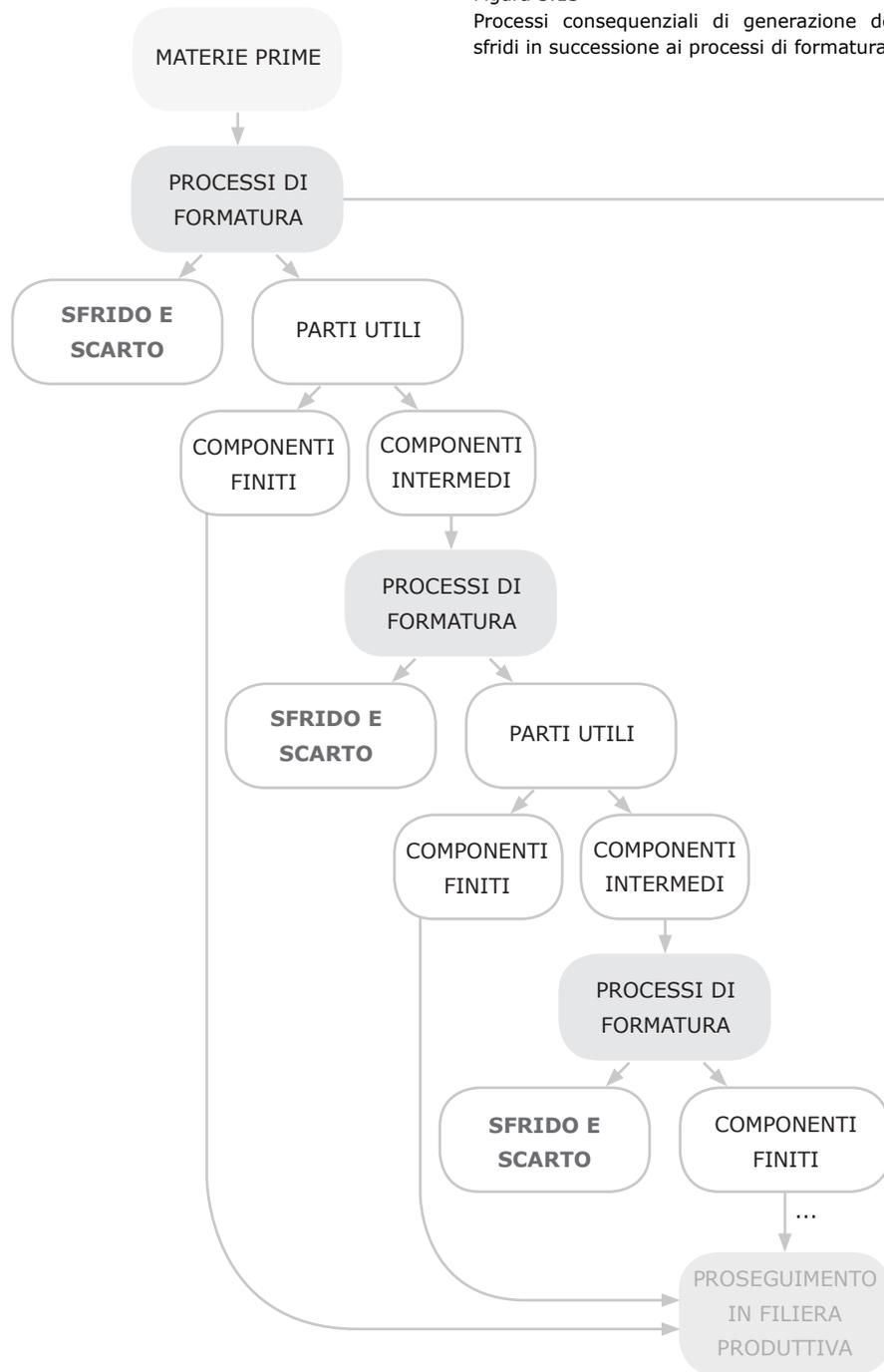
La caratteristica di alta variabilità degli scarti pone dei forti limiti a una loro possibile applicazione su scala industriale per lo sviluppo di prodotti a partire da essi, per cui **il metodo si focalizza esclusivamente sugli sfridi**.

In Fig. 5.13 vengono schematizzati i passaggi principali all'interno di una filiera industriale in cui vengono prodotti gli sfridi. Il punto di partenza, come definito in precedenza, consiste nell'estrazione delle risorse e delle materie prime. Sulla base delle proprietà fisico-chimiche legate ai diversi materiali, possono essere sfruttati i **processi di formatura** esistenti in ambito industriale, tramite i quali è possibile ottenere una prima *parte utile* e materiale di *sfrido e scarto*. Le parti utili derivate dai processi di formatura possono costituire da un lato un *componente finito*, oppure, nel caso in cui i componenti ottenuti necessitino di ulteriori lavorazioni, essi possono essere definibili come *componenti intermedi*. Lo schema riporta i principali processi di formatura adottati in ambito industriale riscontrabili nel livello 1 del *Cambridge Engineering Selector*¹⁰.

Nel momento in cui si ottiene il componente finito, la produzione degli sfridi a esso connessi può definirsi *conclusa*. Nel caso invece dei componenti intermedi, il processo appena descritto continua effettuando *lavorazioni successive* di formatura fino al momento in cui raggiunge lo stadio di componente finito. Nello schema è stata posta in risalto rispetto alle altre la categoria delle **lavorazioni con macchinari** (corrispondenti ai processi di *taglio, foratura, tornitura, fresatura, sagomatura*), in quanto particolarmente rilevante a livello di generazione degli sfridi: mentre infatti attraverso i *processi di formatura* è possibile realizzare praticamente ogni generico componente e solo alcuni di questi di per sé generano sfrido, la categoria specifica dei processi di *lavorazioni con macchinari* invece è quella maggiormente coinvolta nella produzione degli sfridi. Ad esempio: un processo di formatura per un componente come un serbatoio ottenuto per *stampaggio rotazionale* su cui è necessario ottenere un'apertura circolare in sé non genera sfrido, in quanto il componente, subito dopo lo stampaggio è un componente *continuo*, senza fori né aperture. Tramite una successiva postlavorazione di taglio (lavorazione con i macchinari) è possibile ottenere due parti, costituite dal *componente finito* e dal *disco residuale dal taglio* (che rappresenta dunque lo *sfrido del processo*), a dimostrazione dunque che ciò che genera effettivamente lo sfrido non è lo stampaggio rotazionale in sé ma la successiva fase di lavorazione attuata sul componente.

¹⁰ Fonte: <http://www-g.eng.cam.ac.uk/125/now/ces.html> (ultima conn. al sito: 12-01-2013)

Figura 5.13
Processi consequenziali di generazione degli sfridi in successione ai processi di formatura



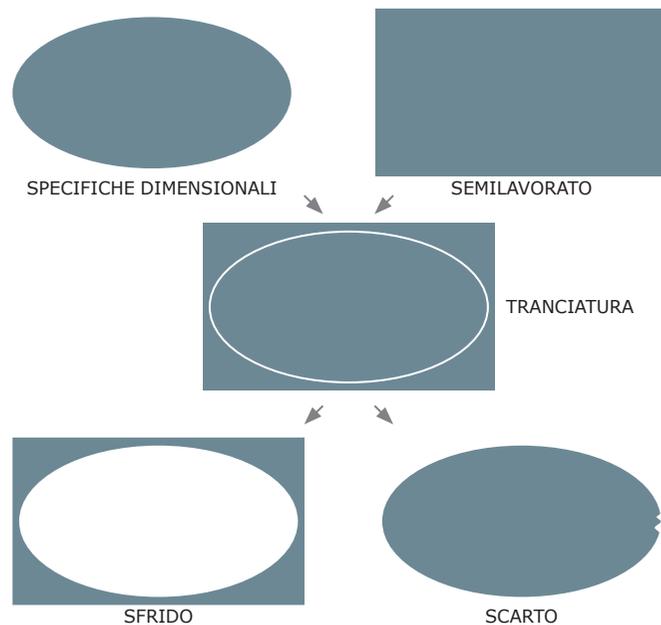


Figura 5.14 Esempio di produzione di sfrido e scarto consequenziali alla tranciatura di una lamiera

Nel momento in cui il pezzo può essere catalogabile come componente finito può dunque proseguire il suo percorso nella filiera produttiva attraverso eventuali fasi di connessione o di finitura superficiale.

Un esempio di quanto appena descritto è presentato in Fig. 5.14. Se si vuole ottenere un ovale in lamiera d'acciaio tramite un processo di *tranciatura in pressa*¹¹, il semilavorato di partenza sarà necessariamente una lastra rettangolare (standard) derivante dai processi di laminazione dell'industria siderurgica. In questo caso specifico dunque, sulla base delle esigenze progettuali e delle proprietà del semilavorato di partenza vengono definite le specifiche dimensionali del componente, sulla base delle quali verrà realizzato lo stampo da inserire in pressa e iniziare così la produzione.

La *cornice di ritaglio* in basso a sinistra, cioè la quantità di materiale di avanzo che non presenta valore effettivo per il prodotto finito (in quanto ciò che real-

mente interessa a livello produttivo è l'ottenimento dell'ovale in alto a sinistra), costituisce **sfrido**. Per quanto non abbia caratteristiche di utilità, lo sfrido è tuttavia necessario ai fini dell'ottenimento del pezzo e della sua rispondenza alle specifiche di progetto. Come detto in precedenza, è ciò che in Lean Manufacturing viene definito come *spreco (o Muda) di tipo 1*, in quanto non presenta valore per l'utente finale ma è indispensabile per la sua realizzazione. La cornice di sfrido in questione è dunque *prevedibile*, in quanto in termini quantitativi la sua produzione è *direttamente proporzionale* a quella del componente finito: a una produzione di 10000 ovali corrisponderanno inevitabilmente 10000 cornici di sfrido che costituiscono materiale di rifiuto da gestire secondo le modalità possibili connesse al materiale. Questi caratteri di prevedibilità e riproducibilità costituiscono degli aspetti basilari ai fini della redazione del metodo, in quanto gli sfridi rappresentano un elemento *seriale* dalle caratteristiche geometrico-produttive costanti, potenzialmente sfruttabili nell'ideazione di prodotti a partire da essi.

In basso a destra invece si ha uno *scarto*, ovvero un componente che a causa della non rispondenza con le *tolleranze dimensionali o geometriche*¹² stabilite in fase di progettazione, di un guasto all'impianto, dell'errore di un operatore o per altri fattori esterni ancora, non risponde alle specifiche di progetto e per questo motivo non può proseguire il suo percorso all'interno della filiera produttiva. Se il componente non può essere ricondizionato e ritrattato per essere reso funzionale e utilizzabile, la sua destinazione è la dismissione. Produrre molto scarto può comportare dei *costi notevoli* per un'azienda, tuttavia anche allargare la fascia di *accettabilità* del componente (ad es. attraverso tolleranze dimensionali o geometriche meno rigide), può causare un *peggioramento qualitativo* in grado di compromettere le fasi successive della filiera.

In sintesi, mentre lo sfrido è definito dalle lavorazioni effettuate su un generico componente *intermedio*, cioè che necessita di ulteriori lavorazioni per proseguire il suo percorso nella filiera produttiva, lo scarto invece consiste nella mancata rispondenza tra il componente effettivamente realizzato e i parametri di *accettabilità* stabiliti in progettazione.

A livello aziendale, ciò che maggiormente influisce sulla produzione dei rifiuti

12 Chirone E., Tornincasa S., 2010, *Disegno tecnico industriale 2*, Gr. ed. Il capitulo, Torino

11 Suzzani R., 2004, *Manuale di lavorazione della lamiera*, Ed. Tecniche Nuove, Milano

Figura 5.15 Esempio di monitoraggio delle difettosità in un lotto di lamiere verniciate

Part number: 0056B	Fase: Puntatura lamiere	Rif. IST 07	Rev. 1
Lamiera n°	N° di soffiature	Lamiera n°	N° di soffiature
1	0	11	3
2	3	12	2
3	2	13	5
4	4	14	2
5	2	15	0
6	1	16	0
7	0	17	1
8	6	18	3
9	2	19	3
10	1	20	4
Lotto: 1460	Operatore: Mario Rossi	Data: 01/09/99	Totale soffiature = 44

Fonte: Chiarini A., Vicenza M., *Strumenti statistici avanzati per la gestione della qualità*

sono i **reparti di progettazione** e del controllo della **qualità**¹³. Dei metodi di ottimizzazione relativi alla fase di progettazione si è già parlato. Per quanto riguarda il controllo qualità invece, esso consiste in un insieme di metodologie volte, sulla base di raccolta e analisi di dati interni ed esterni all'azienda, al *controllo statistico* della produzione per il miglioramento continuo dei processi al fine di *abbatterne sprechi e difetti*¹⁴. In Fig. 5.15 viene riportata una tabella relativa al controllo delle soffiature (non conformità) relative a un lotto di lamiere monitorate direttamente da un operatore dopo la fase di verniciatura. Il numero delle soffiature rappresenta in questo caso una variabile casuale misurabile a posteriori tramite valutazioni appunto di tipo statistico in grado di evidenziare quei momenti produttivi in cui si sono presentate le difettosità più frequenti e dove dunque è necessario intervenire.

Una delle normative principali in ambito di gestione della qualità è rappresentata dalla **ISO 9001**¹⁵, certificazione standard che definisce i requisiti procedurali per eseguire il cosiddetto *Quality management systems*¹⁶. Come presentato in Fig. 5.16, la qualità in un prodotto è relativa alle *richieste* e alla *soddisfazione* dei clienti e uno degli aspetti chiave in ottica di controllo della qualità è legato ai *sistemi di feedback* connessi a un sistema prodotto. La ISO 9001 individua so-

13 Barbarino F., Leonardi E., 1998, *ISO 9000, Sistema qualità e certificazione. Come sviluppare e documentare il sistema qualità*. Ed. Il Sole 24 Ore, Milano

14 Chiarini A., Vicenza M., 2004, *Strumenti statistici avanzati per la gestione della qualità*, Ed. Franco Angeli, Milano

15 ISO 9001:2008(E)

16 Gitlow H., 2000, *Quality Management Systems: A Practical Guide*, St Lucie Press

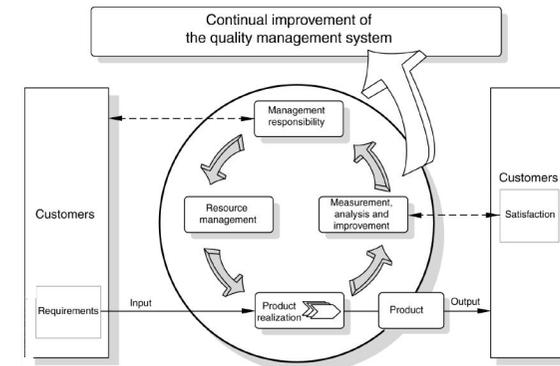


Figura 5.16 Modello di quality management system secondo la ISO 9001

Fonte: ISO 9001:2008(E)

stanzialmente due attori principali coinvolti nel flusso di informazioni in entrata e uscita per il miglioramento della qualità, corrispondenti al reparto *operativo-produttivo* e a quello *manageriale-decisionale*. L'interazione di questi due reparti con i feedback dei clienti in termini di soddisfazione e di necessità è ciò che permette di evidenziare i problemi e ottenere quei miglioramenti *logistici* in grado di rendere più efficiente l'intero sistema-prodotto dal punto di vista qualitativo. I paragrafi 8.2.3, 8.2.4 e 8.3 della ISO 9001 definiscono l'importanza di effettuare misurazioni costanti relative all'ingegnerizzazione e alla pianificazione di processi e di prodotti al fine di migliorare e ridurre il quantitativo di prodotti non conformi attraverso tecniche e procedure metodologiche idonee. La ISO 9001 tuttavia definisce non tanto delle operazioni specifiche per conseguire la qualità, quanto piuttosto delle *linee guida* che le imprese dovrebbero seguire per il suo ottenimento. Sono stati sviluppati diversi strumenti operativi in connessione con la ISO 9000 per effettuare il controllo della qualità, come ad esempio il *metodo Six Sigma*¹⁷. Questi sistemi di gestione della qualità si basano su analisi statistiche dei dati per ottimizzare i processi e diminuire i quantitativi di prodotti non rispondenti alle specifiche. Queste metodologie riguardano tuttavia in maniera diretta gli scarti, cioè i prodotti difettosi, ma solo in maniera parziale gli sfridi, cioè i prodotti inevitabili derivati dai processi di lavorazione, oggetto principale della trattazione.

17 Arcidiacono G., Calabrese C., Rossi S., 2007, *Six Sigma. Manuale per Green Belt. Governare i processi per governare l'impresa*, Ed. Springer

5.3.3 Tecnologie produttive e sfridi

Come già accennato, la produzione degli sfridi è legata dunque a due momenti principali, corrispondenti ai *processi di formatura di materie prime e semilavorati*, con particolare riferimento ai processi di lavorazione con i macchinari. Per inquadrare visivamente da un punto di vista operativo in cosa effettivamente consistono gli sfridi, ne vengono ora presentati alcuni esempi legati a diverse tecnologie e processi produttivi relativi al settore polimerico, metallurgico e del legno. Gli esempi proposti fanno riferimento ad alcuni degli scenari produttivi (e degli sfridi che ne conseguono) presentati da Rob Thompson in *Manufacturing processes for design professionals*¹⁸.

Polimeri: Soffiaggio per estrusione

In Fig. 5.17 viene descritto il processo di *soffiaggio per estrusione* di un contenitore in materiale polimerico. Sinteticamente, la tecnologia consiste nell'estrusione attraverso una matrice di un cilindro in materiale polimerico portato quasi a *rammollimento* (parison) che viene racchiuso tra due *stampi* [Fig. 5.18a]. Tramite un ugello viene insufflata l'aria che spinge il polimero contro le pareti interne dello stampo e definisce la forma finale del pezzo [Fig. 5.18b]. Una volta separati i due stampi, si ottiene il *componente intermedio* (*Stage 3: Demolding*) che necessita di essere finito attraverso un processo di **taglio** dell'estremità superiore e inferiore (come visibile nello *Stage 4: Trimming* di Fig. 5.17). Questi componenti rimossi sono gli **sfridi** del processo di soffiaggio per estrusione, che in questo scenario produttivo vengono solitamente triturati e riciclati per ottenere nuova materia prima.

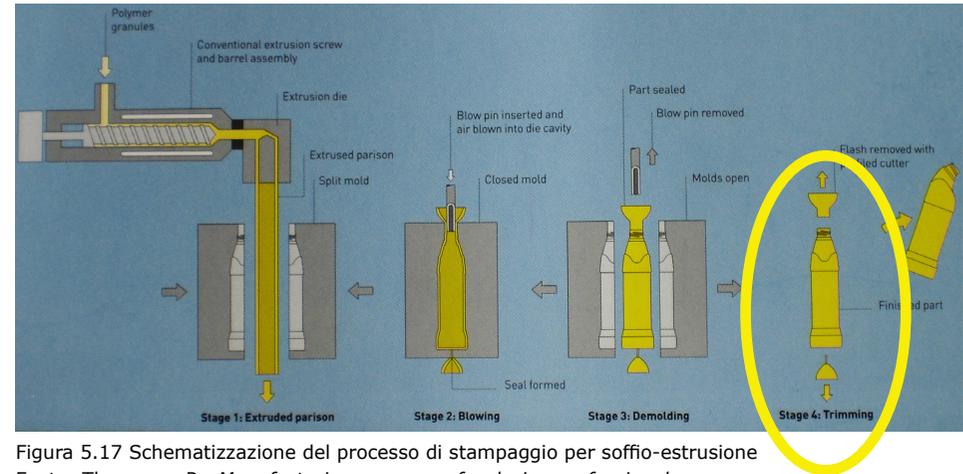
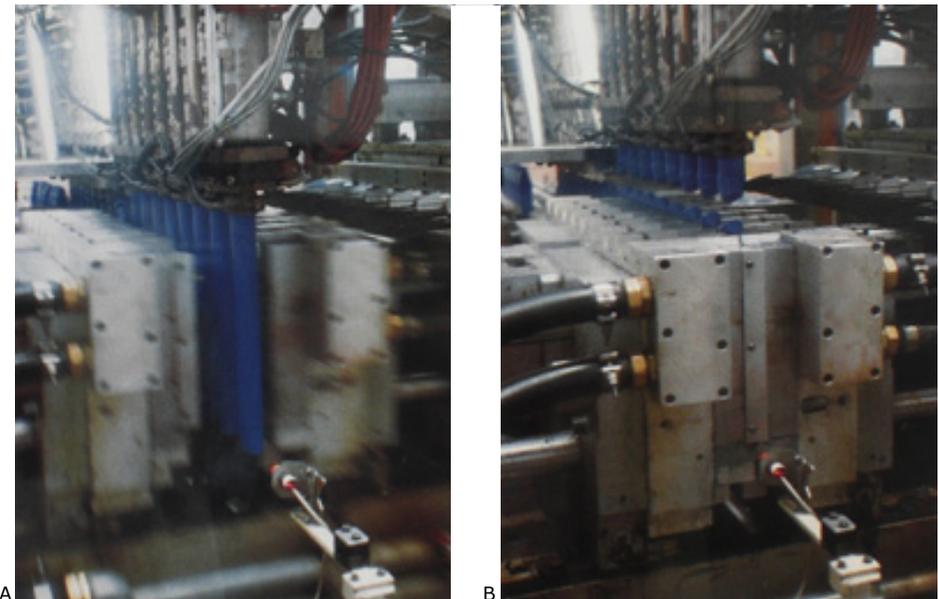


Figura 5.17 Schematizzazione del processo di stampaggio per soffio-estrusione
Fonte: Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*

Figura 5.18a La chiusura degli stampi per il serraggio del parison

Figura 5.18b Dopo la fase di insufflaggio dell'aria a stampo chiuso si formano gli sfridi nella parte superiore, che vengono successivamente rimossi tramite taglio

Fonte: Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*



¹⁸ Thompson R., 2007, *Manufacturing processes for design professionals*, Thames & Hudson Inc., New York

Polimeri: Taglio Laser

Il **taglio laser** è un processo molto interessante in ottica di riuso degli sfridi, che trova applicazione in realtà non solo per i polimeri ma anche in altri settori tra cui i principali sono costituiti da quello metallurgico o del legno. La tecnologia consiste sostanzialmente nel concentrare l'alta *energia termica* ottenibile con un laser [Fig. 5.19] su di una lastra a spessore variabile in grado di fondere il materiale (nel caso dei polimeri) secondo un *preciso percorso* definito da un disegno CAD bidimensionale ottenendo una risoluzione finale estremamente precisa e definita, dell'ordine dei decimi di mm. Il *componente intermedio* in questo caso è dunque una lastra: il disegno di taglio definisce un pieno e un vuoto, corrispondenti rispettivamente a componente finito e alla parte di **sfrido** [Fig. 5.20].

Figura 5.19 Schematizzazione del processo di taglio laser
Fonte: Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*

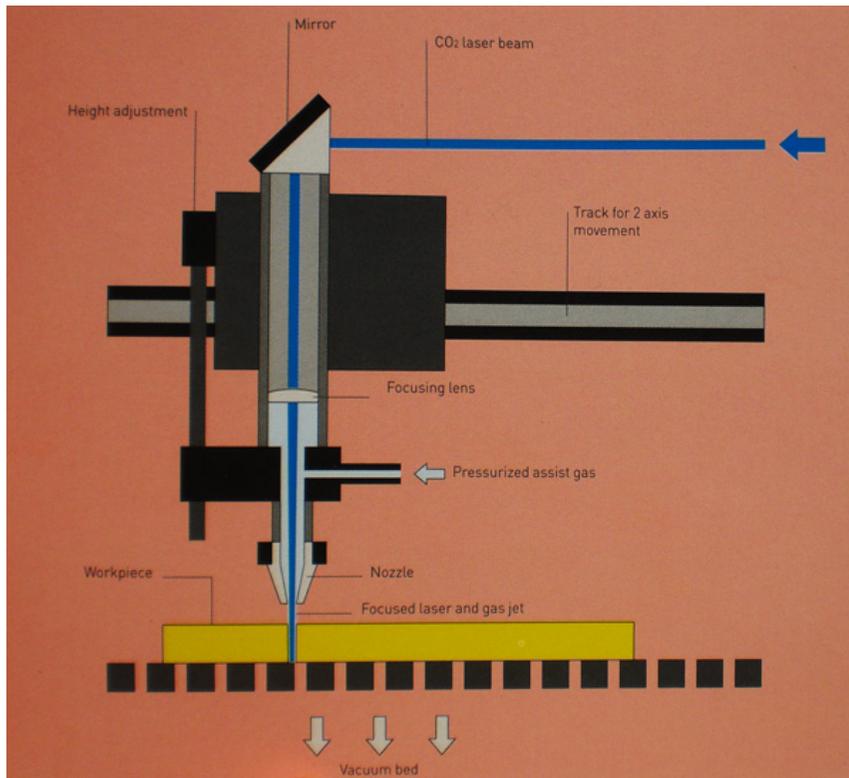


Figura 5.20 Parte utile e sfrido del processo di taglio laser di una lastra di PMMA
Fonte: Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*



Metalli: Pressofusione

La *pressofusione* è una tecnologia di lavorazione dei metalli consistente nell'*iniezione a bassa o alta pressione* di materiale fuso nella cavità interna di uno *stampo* che, in base alle esigenze progettuali e produttive, può essere di due tipi: a *camera calda* o a *camera fredda*. In Fig. 5.21 viene riportata la schematizzazione del processo di pressofusione ad alta pressione in camera fredda. Attraverso un pistone, il materiale fuso riempie la cavità dello stampo, ottenendo così dopo la fase di solidificazione il prodotto intermedio. Una successiva post-lavorazione di **tranciatura** dal componente del *riser*, cioè del canale di risalita, e delle *materozze di trascinamento*, cioè i bordi laterali contenenti impurità formatesi consequenzialmente al processo, si ottiene il pezzo finito da inviare alla fase successiva della filiera. Sia il riser che i bordi laterali del pezzo pressofuso (evidenziati in arancione in Fig. 5.22) costituiscono la parte di **sfrido** che viene reintrodotta in fornace per essere rifusa.

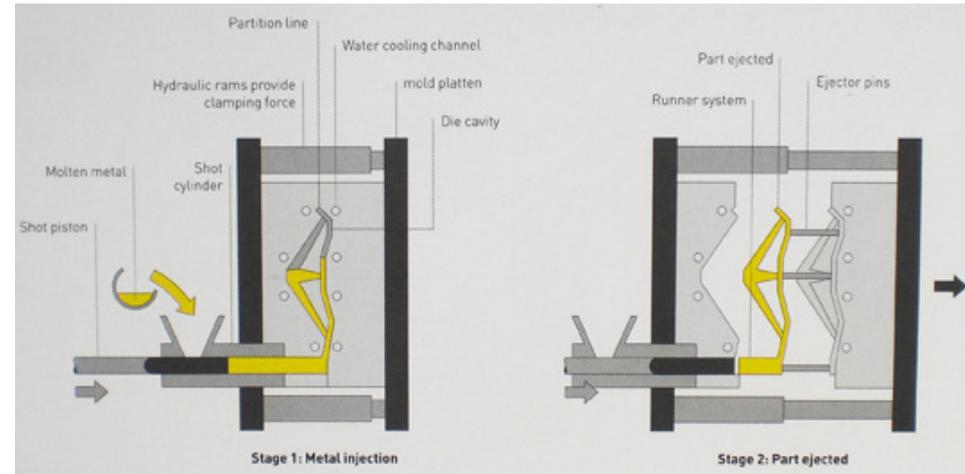


Figura 5.21 Schematizzazione del processo di pressofusione ad alta pressione in camera fredda
Fonte: Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*

Figura 5.22 Produzione del componente pressofuso e relativo sfrido (evidenziato in rosso)
Fonte: Adattamento da Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*



Metalli: Punzonatura e tranciatura

Il processo di **punzonatura** e di **tranciatura** dei metalli, descritto in Fig. 5.23, consiste nella rimozione di materiale da una lamiera (di spessori variabili in base alla potenza della macchina utilizzata) attraverso un punzone e una matrice. Il processo può avvenire tramite una *pressa* [Fig. 5.24] o tramite una *torretta* [Fig. 5.25], ma la sua logica di funzionamento rimane la stessa: il punzone tramite un *movimento traslatorio verticale* trancia via una parte di materiale con i bordi di taglio trovando riscontro nella matrice. Si vengono dunque a formare due parti separate dopo il processo, ovvero il *tranciato* e la *parte punzonata*, che costituiscono a seconda delle esigenze progettuali di volta in volta la parte di **sfrido** e il componente finito, come visibile in Fig. 5.26.

Figura 5.23 Schematizzazione del processo di punzonatura/tranciatura
Fonte: Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*

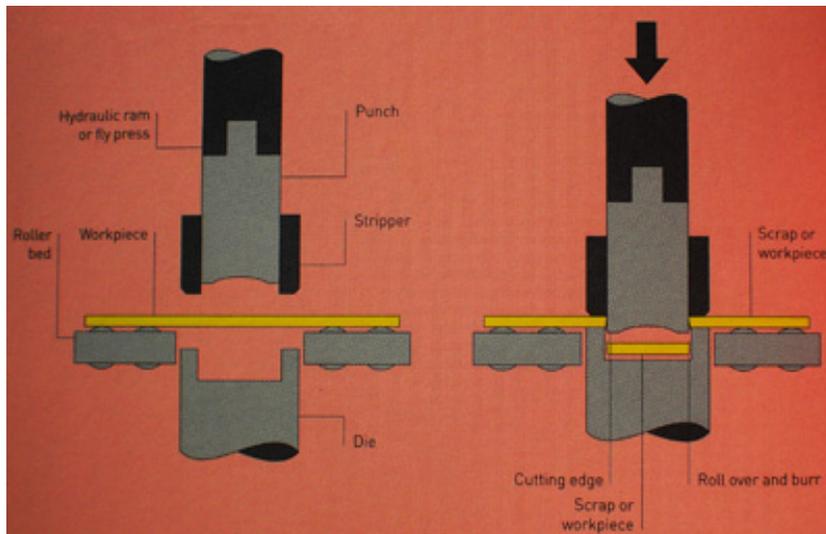


Figura 5.24 Processo di punzonatura in pressa
Fonte: Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*

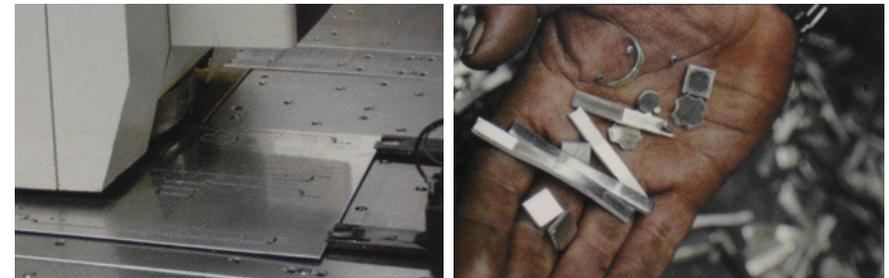


Figura 5.25 Processo di punzonatura tramite torretta e sfridi connessi
Fonte: Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*

Figura 5.26 Componente finito ed elemento di sfrido nel processo di punzonatura in pressa
Fonte: www.alessi.it; Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*



Legno: Fresatura CNC

I *macchinari a controllo numerico* sono molto utilizzati nel settore della carpenteria del legno, per via della complessità e dell'alto grado di precisione ottenibili nel prodotto finito. In Fig. 5.27 sono presentate due tipologie di frese CNC, a 3 e a 5 assi: la *fresa a 3 assi* può muoversi in tre direzioni e utilizzare diverse punte tramite una torretta girevole; la *fresa a 5 assi* invece permette di ottenere geometrie più complesse tramite una maggiore mobilità (si muove in cinque direzioni) ma non è possibile cambiare automaticamente le punte durante il processo. Il processo di **fresatura** produce dunque a partire da un semilavorato generalmente a forma di parallelepipedo un pezzo dalla geometria variabile, i cui **sfridi** di lavorazione sono costituiti generalmente da piccoli blocchi e materiale truciolare [Fig. 5.28].

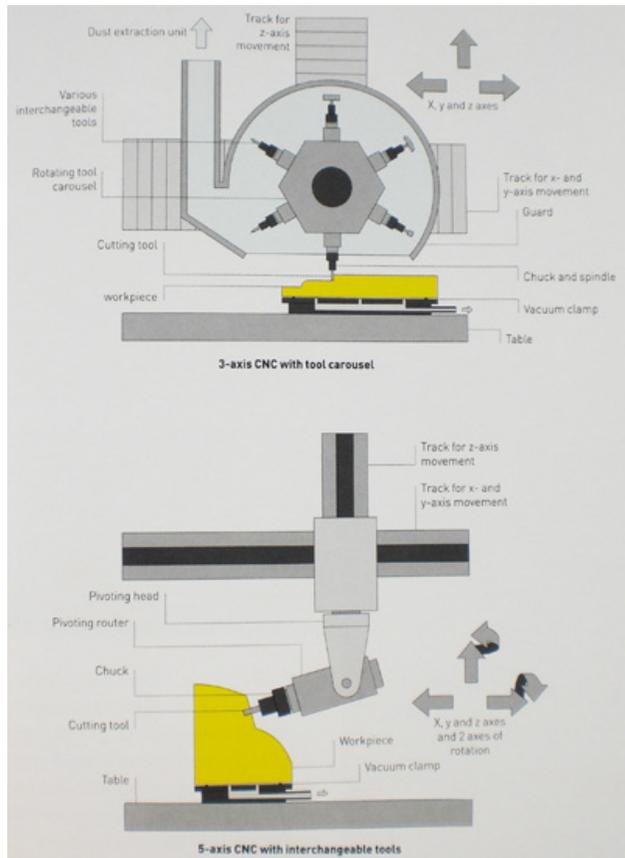


Figura 5.27 Schematizzazione del processo di fresatura a controllo numerico a 3 e a 5 assi

Fonte: Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*

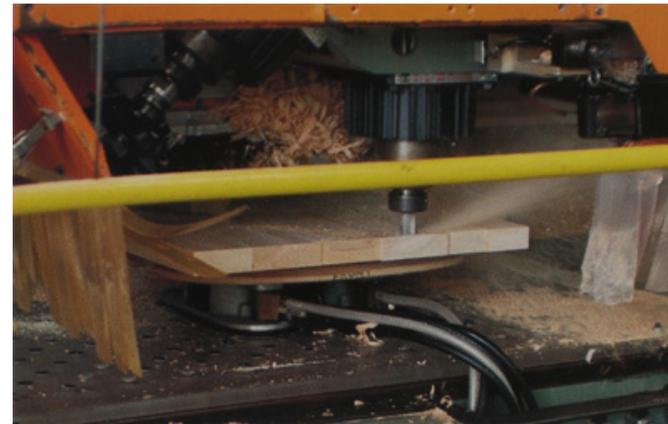


Figura 5.28 Processo di fresatura a 3 assi di un semilavorato in legno e sfridi connessi

Fonte: Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*

5.3.4 Collocazione del metodo

Sono stati presentati alcuni esempi di sfridi, che dunque costituiscono il materiale in eccesso seriale e costante derivato dai processi di formatura (e in particolare modo dalle varie lavorazioni con i macchinari), rappresentando una tipologia di rifiuto di cui un'azienda deve *disfarsi* secondo pratiche che tengano in considerazione *aspetti di tipo economico e ambientale*. Analogamente a un prodotto giunto a fine vita, la *gerarchia opzionale* delle attività relative alla **gestione degli sfridi** si divide principalmente in *4 tipologie*, per cui la prima opzione da valutare consiste nel recupero dello sfrido tramite riutilizzo, al fine di reintrodurlo in filiera produttiva ed evitarne la dismissione in discarica. In base alla legislazione nazionale e alle direttive europee, le **opzioni** di gestione degli sfridi sono in ordine:

- 1 Recupero tramite riutilizzo
- 2 Riciclaggio
- 3 Recupero di energia
- 4 Smaltimento

Il metodo di *recupero tramite riutilizzo degli sfridi* dunque, come mostrato in Fig. 5.29 dall'**area di intervento** in grigio, si colloca *immediatamente dopo* la fase di **progettazione** e di *definizione del design e dei processi* necessari alla realizzazione di un determinato componente, momento in cui è possibile stabilire con precisione l'esatta produzione degli sfridi a esso associati. Il metodo dunque corrisponde alla prima delle quattro opzioni possibili di gestione, al fine di valutare se il materiale di rifiuto derivato dalle lavorazioni può essere *riutilizzato* per un altro scopo produttivo e quindi assumere una precisa funzionalità. Nel caso in cui questo passaggio non sia possibile da effettuare, la seconda pratica da considerare consiste nel *riciclaggio*, procedendo allo stesso modo per il *recupero di energia*, fino ad arrivare alla soluzione da prediligere meno, ovvero quella dello *smaltimento in discarica*.

Come si può già notare dallo schema, *l'obiettivo del metodo* è quello di fornire uno **strumento a progettisti e imprese** per valutare la possibilità di ottenere, a partire dagli sfridi di lavorazione, prodotti commercializzabili da inserire in una nuova filiera produttiva e distributiva.

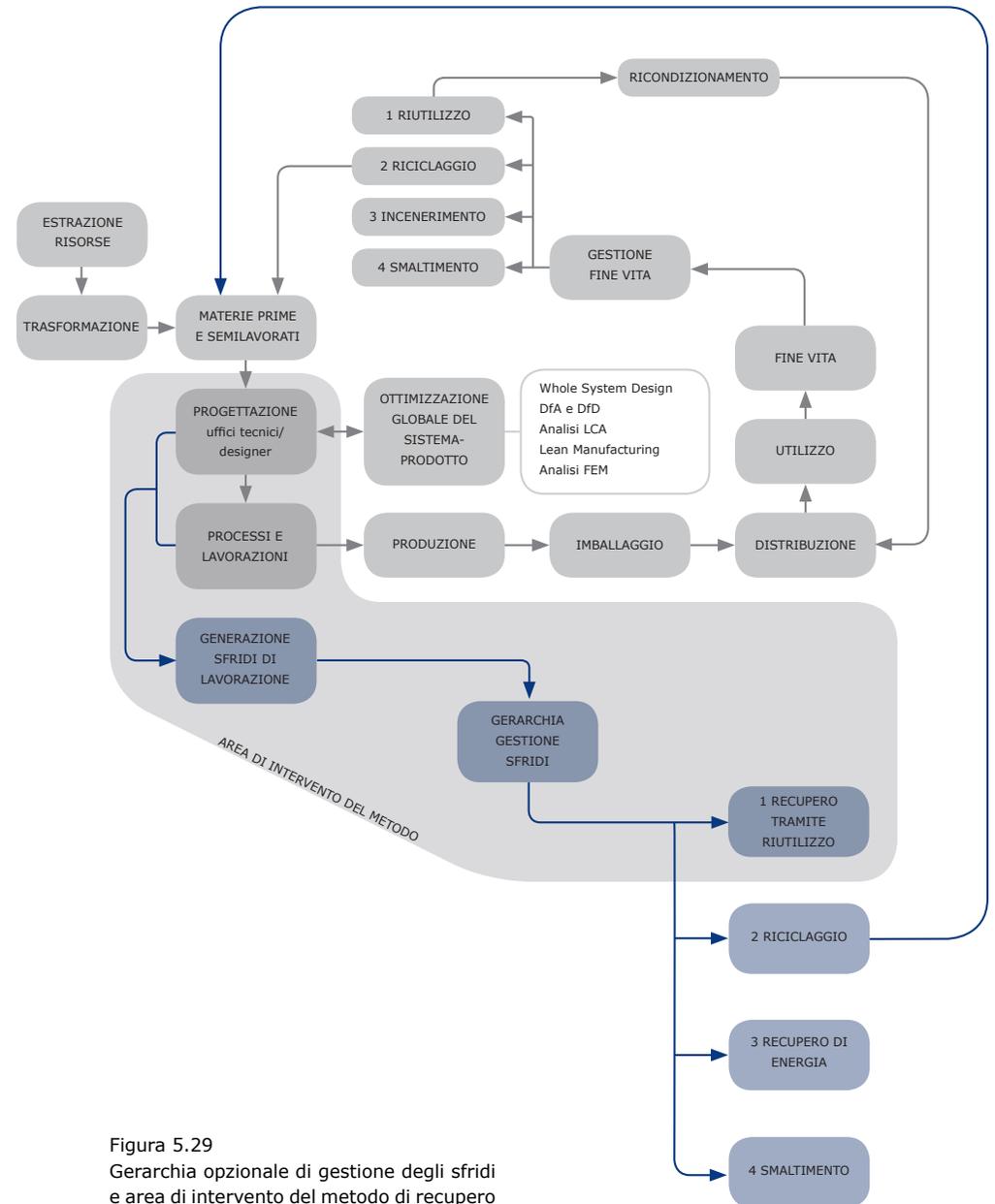


Figura 5.29 Gerarchia opzionale di gestione degli sfridi e area di intervento del metodo di recupero

5.3.5 I passaggi del metodo

Il metodo dunque trova la sua applicabilità nella *fase immediatamente successiva alla fase di progettazione e di definizione dei processi*, che sulla base delle specifiche di progetto e delle tecnologie coinvolte garantiscono la possibilità di prevedere il quantitativo esatto di sfrido prodotto.

In Fig. 5.30 viene presentata l'espansione dell'**area di intervento** del metodo e una prima definizione dei suoi passaggi procedurali che verranno ora presentati a livello generale.

Nel momento in cui un componente viene progettato, la prima operazione da compiere per ridurre il quantitativo di materiale di sfrido consiste nell'*ottimizzazione dei processi (fase1)* necessari al suo ottenimento.

Quando i processi legati allo sfrido sono stati ottimizzati e il suo quantitativo è stato ridotto nei limiti di compatibilità con il progetto, ci si trova dunque nella condizione di inevitabilità dello sfrido. Lo step successivo consiste nell'*analisi delle caratteristiche e delle proprietà (fase 2)* dello stesso, passaggio molto importante in quanto da questo si determina un quadro completo utile alla successiva fase procedurale di progettazione basata sul suo riutilizzo.

Qualora dall'analisi dello sfrido emergessero delle potenzialità interessanti per un possibile *sviluppo a livello progettuale (fase 3)*, questo va definito dalla fase di concept a quella finale di design esecutivo, per poi essere validato sulla base di valutazioni di natura economica e ambientale e passare dunque eventualmente all'approvazione della successiva fase di produzione.

I tre riquadri azzurri (1 *Ottimizzazione dello sfrido*, 2 *Analisi dello sfrido*, 3 *Progettazione con lo sfrido*) rappresentano dunque i **tre passaggi chiave** del metodo, che necessitano ora di un'ulteriore espansione per capirne l'effettiva applicabilità all'interno di un contesto progettuale/produttivo di tipo industriale.

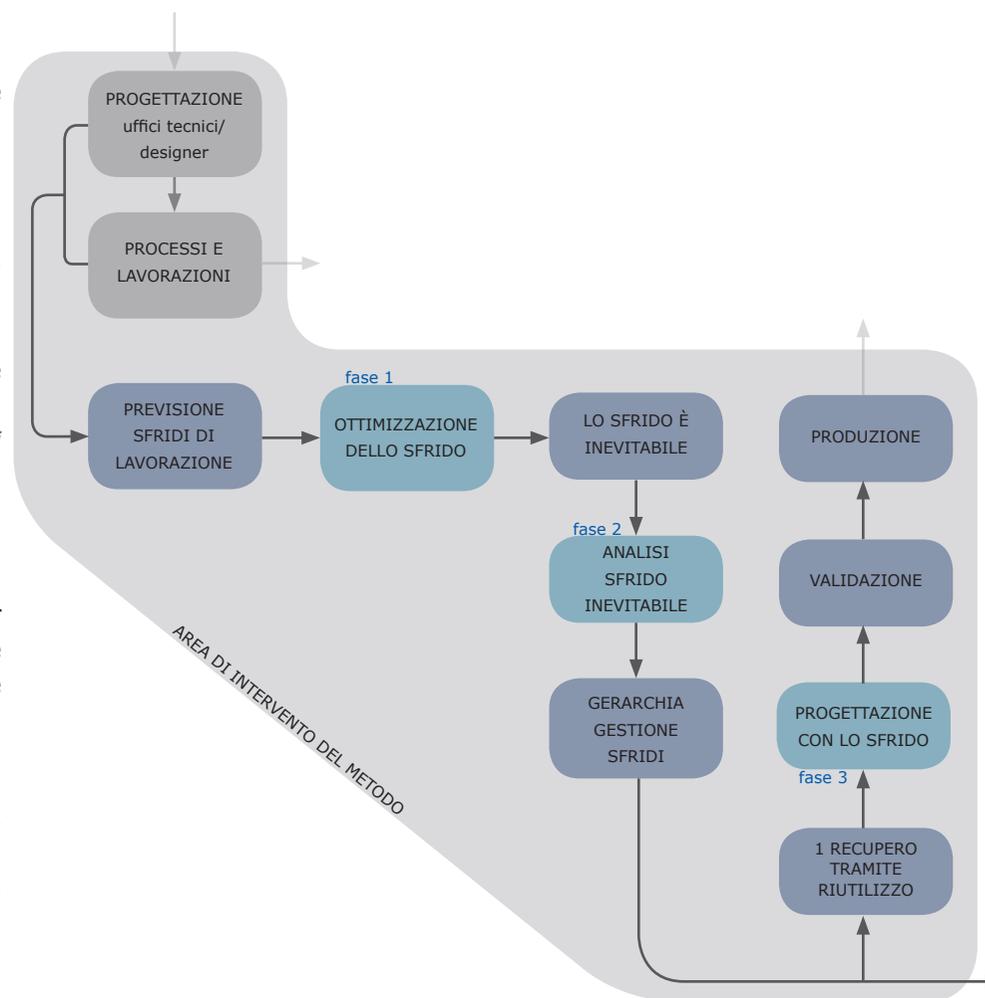


Figura 5.30
Espansione dell'area di intervento
del metodo e passaggi principali

FASE 1: OTTIMIZZAZIONE DELLO SFRIDO

Prima di procedere all'analisi degli sfridi prodotti, è necessario valutare in fase di progettazione la possibilità di ridurre il quantitativo di materiale residuo tramite procedure di ottimizzazione. La **Fase 1** del metodo [Fig.5.31] riguarda dunque ancora la fase di progettazione e definizione dei processi.

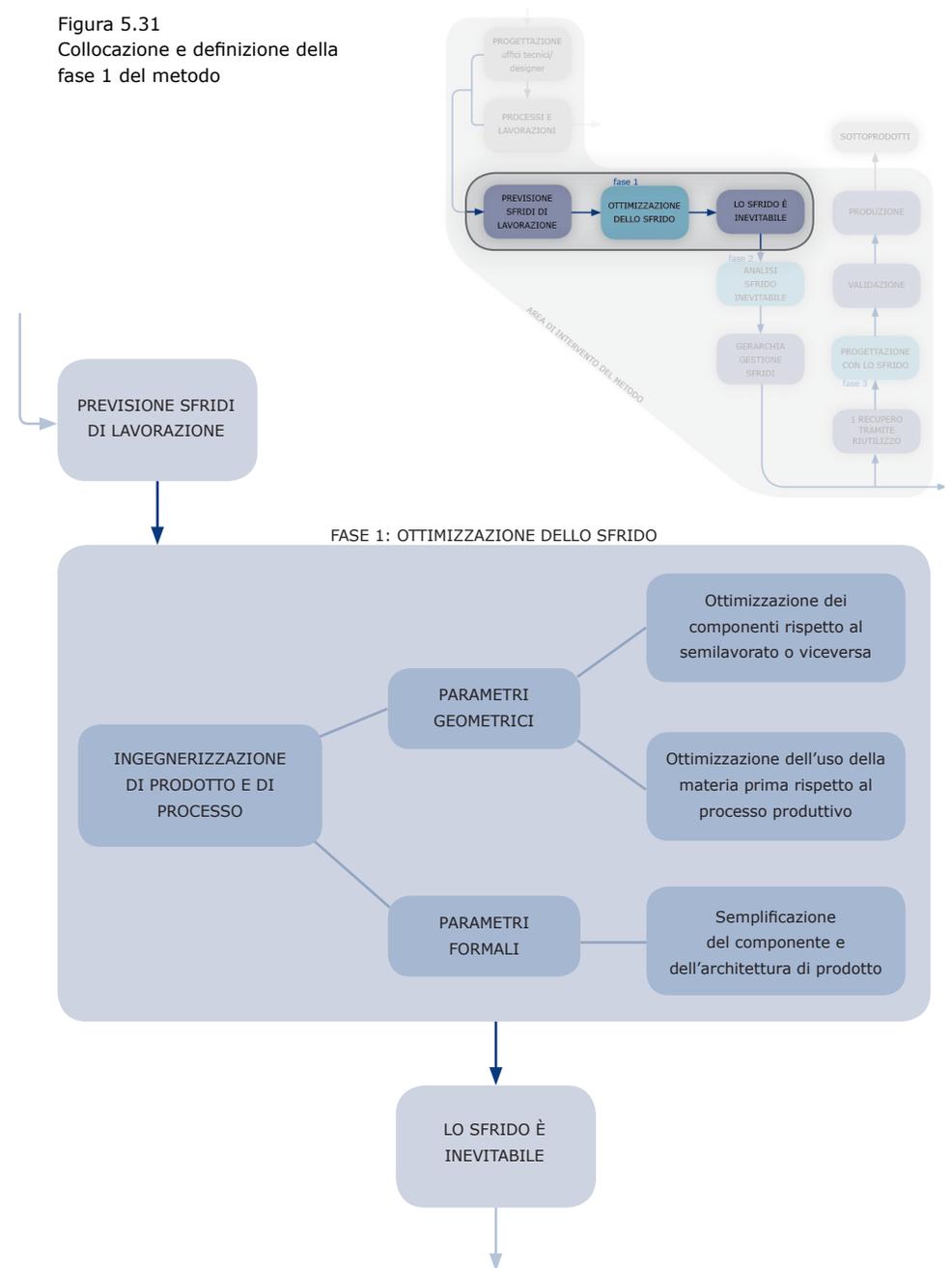
Come detto in precedenza, è possibile stabilire e **prevedere**, grazie alle caratteristiche di serialità degli sfridi, l'esatto quantitativo di materiale in eccesso derivato dai processi. Questo aspetto è molto importante in quanto significa che attraverso opportune soluzioni operative è possibile migliorare l'efficienza dei processi e ridurre il quantitativo di sfrido.

La produzione dello sfrido è intrinsecamente connessa all'**ingegnerizzazione di prodotto e di processo**. I parametri che ho identificato come maggiormente influenti questa fase sono di due tipi: **geometrici** e **formali**. La loro applicazione può avvenire anche singolarmente, ma la soluzione migliore a mio avviso nell'ottica di ottimizzare lo sfrido e di migliorare l'efficienza produttiva consiste nell'applicazione simultanea di tutti e due sin dalla fase di progettazione.

Per **parametri geometrici** ho inteso innanzitutto *l'adattamento delle dimensioni* del componente da ottenere a quelle del *semilavorato di partenza (o viceversa)*, rimanendo nei termini di rispondenza alle esigenze progettuali e di fattibilità tecnologica. Un utilizzo efficiente dei semilavorati determina una riduzione del quantitativo di residui di lavorazione prodotti, garantendo potenziali vantaggi in termini ambientali ed economici.

Un esempio chiaro di ottimizzazione nell'utilizzo del semilavorato è costituito dalla fase di *nesting*¹⁹ nel taglio laser di una lamiera, ovvero l'ottimizzazione nella *disposizione dei componenti* sul semilavorato al fine di ridurre il più possibile il materiale di sfrido. In Fig. 5.32 viene mostrato come attraverso l'utilizzo di strumenti informatici²⁰ sia possibile considerare i parametri *dimensionali e quantitativi* dei componenti per determinare da un lato la loro migliore disposizione sulla lamiera [Fig.5.32a] oppure stabilire le dimensioni del semilavorato più ido-

Figura 5.31
Collocazione e definizione della fase 1 del metodo



19 Suzzani R., 2004, *Op. Cit.*

20 Accunest è uno degli esempi di software utilizzabili (riferimento: www.gerberttechnology.com ultima conn. al sito 22-2-2013)

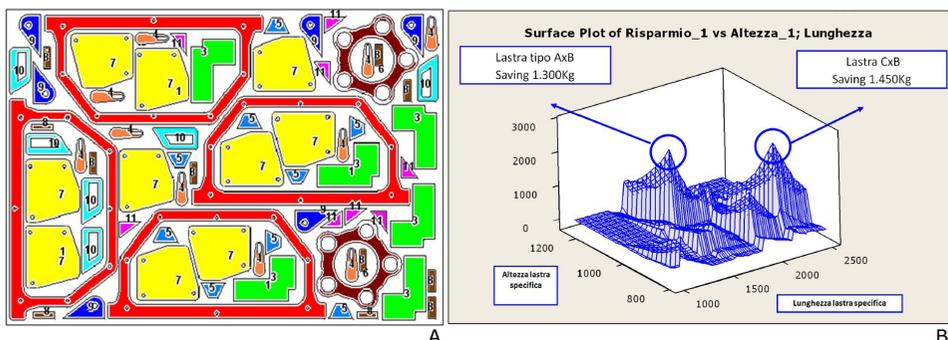
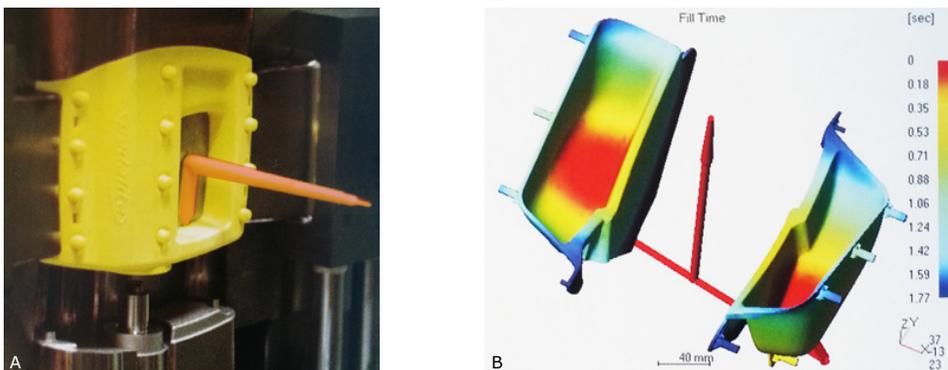


Figura 5.32
 5.32a Ottimizzazione della disposizione dei componenti sul semilavorato nel processo di taglio laser
 5.32b Adattamento del semilavorato al componente per ridurre il materiale di sfrido prodotto
 Fonte: www.gmsl.it; (ultima conn. al sito: 20-01-2013)
 ©Faber / Processo di Taglio Laser, Ottimizzazione parametri macchina. LeanSix Sigma Program

nee al fine di rendere maggiormente efficiente il processo [Fig.5.32b]. Nel caso B riportato in figura, variando ad esempio i parametri dimensionali della lamiera e ottimizzando la disposizione dei componenti su di essa, le configurazioni del semilavorato che risultano maggiormente efficienti sono costituite dall'utilizzo di una lamiera di 1200x1500mm, attraverso la quale sull'intero lotto di produzione si risparmierebbero 1300 Kg di materiale e di una lamiera di 2500x1000, per un risparmio totale di 1450 Kg.

I parametri geometrici includono inoltre *la revisione e l'affinamento della geometria*

Figura 5.33
 5.33a Sfrido derivato dal processo di stampaggio a iniezione (evidenziato in arancione)
 5.33b Moldflow Analysis per lo studio di flusso del polimero durante lo stampaggio
 Fonte: Adattamento da Thompson R., *Manufacturing processes for design professionals*



tria volumetrica dello sfrido sequenziale a un processo produttivo, o comunque il *miglior utilizzo possibile* della **materia prima**, con il fine di ottenere un componente finito riducendone il relativo sfrido il più possibile in massa e in volume, senza ovviamente peggiorarne la funzionalità o rendere più complessa, difficile o costosa la sua realizzazione.

Nel caso ad esempio dello stampaggio a iniezione²¹, la materozza e i canali di alimentazione costituiscono lo sfrido da rimuovere dopo la fase di stampaggio [Fig. 5.33a]. Un loro corretto *dimensionamento* dal punto di vista geometrico e volumetrico supportato dall'utilizzo ad esempio di strumenti informatici di Moldflow Analysis [Fig.5.33b], cioè di analisi di flusso del materiale durante il processo di stampaggio, permette di ridurre i quantitativi in massa di sfrido prodotto rimanendo nei termini di fattibilità economica (valutando per esempio i tempi di riempimento delle cavità dello stampo) e tecnologica per l'ottenimento del pezzo finito.

Con **parametri formali** ho voluto indicare invece *la semplificazione complessiva del componente e dell'architettura di prodotto*. Semplificare e ridurre i componenti che vanno a definire un assieme, semplificando così a livello complessivo l'intero sistema-prodotto preservandone la funzionalità, comporta una logica riduzione nel quantitativo di materiale in eccesso ottenuto.

La valutazione e l'applicazione di questi due parametri relativi all'*ingegnerizzazione di prodotto e di processo*, sono pratiche assodate in ambito di progettazione industriale e costituiscono un valido strumento per ridurre il quantitativo di sfridi sequenziale ai processi di lavorazione. Tuttavia, anche se applicate in maniera altamente efficiente prefiggendosi di ottenere il minimo quantitativo di sfrido possibile, queste pratiche spesso non consentono per limiti di natura tecnologica e fisica di eliminarne totalmente la produzione. Ho definito il materiale in eccesso che viene prodotto dopo la Fase 1 di Ottimizzazione come **sfrido inevitabile**.

21 Manzione L., Bertacchi G., 2002, *CAE. Applicazioni pratiche delle simulazioni nello stampaggio ad iniezione*, Ed. Tecniche Nuove, Milano

FASE 2: ANALISI DELLO SFRIDO INEVITABILE

Nel momento in cui attraverso l'ingegnerizzazione di prodotto e di processo la produzione dello sfrido è stata ridotta e ottimizzata si è in presenza dunque di **sfrido inevitabile**, cioè quella frazione di materiale che *non può non essere prodotta* per ottenere il componente finito. Esso tuttavia è un prodotto industriale a tutti gli effetti, presentando delle *caratteristiche costanti e seriali* che se correttamente analizzate potrebbero essere sfruttate per un'eventuale declinazione in termini progettuali o comunque per determinare la pratica di gestione più corretta tra quelle possibili.

Si passa dunque alla **Fase 2** del metodo [Fig.5.34], momento in cui è possibile iniziare a definire quelle che sono le **potenzialità dello sfrido inevitabile** prodotto dopo la fase 1 di ottimizzazione attraverso un'analisi che coinvolge diverse caratteristiche in grado di descriverlo.

Questo passaggio è importante in quanto non coinvolge come la fase precedente esclusivamente il reparto di progettazione di un'impresa, bensì rappresenta anche il potenziale momento di *inserimento di un gruppo di lavoro esterno* alla fabbrica (come ad es. uno studio di design) interessato a utilizzare gli sfridi di lavorazione per sviluppare possibili prodotti o materiali. Per la strutturazione delle sei categorie di analisi ho fatto riferimento alle pubblicazioni del Prof. Michael Ashby^{22,23} sui materiali e sulle loro proprietà. Il *rilievo* da effettuare sullo sfrido inevitabile prodotto consiste in un'analisi di tipo produttivo, funzionale, dimensionale, meccanico, fisico e sensoriale.

L'analisi produttiva è relativa a quegli aspetti legati strettamente alla tipologia di *processo* applicato sul componente intermedio. In questo momento di analisi vanno identificati:

- la tipologia del *materiale* del componente di sfrido
- il *processo produttivo* da cui esso ha origine
- i *quantitativi* in termini di unità prodotte e di masse e volumi coinvolti in relazione a un determinato periodo temporale
- l'eventuale *modalità di gestione* dello sfrido utilizzata dall'azienda

22 Ashby M., Shercliff H., Cebon D., 2009, Op. Cit.

23 Ashby M., 1999, *Materials selection in mechanical design*, Ed. Butterworth Heinemann, Oxford

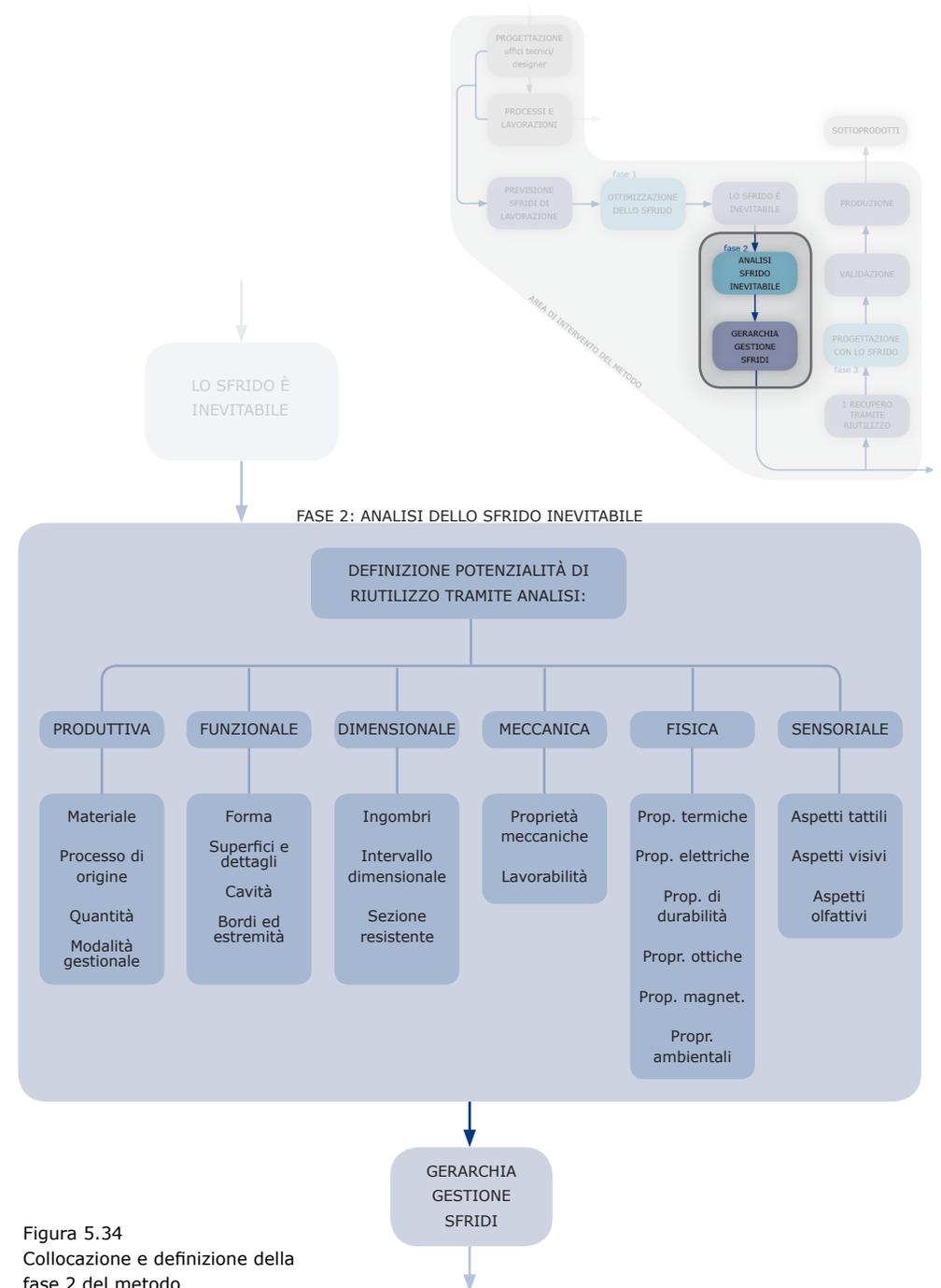


Figura 5.34
Collocazione e definizione della fase 2 del metodo

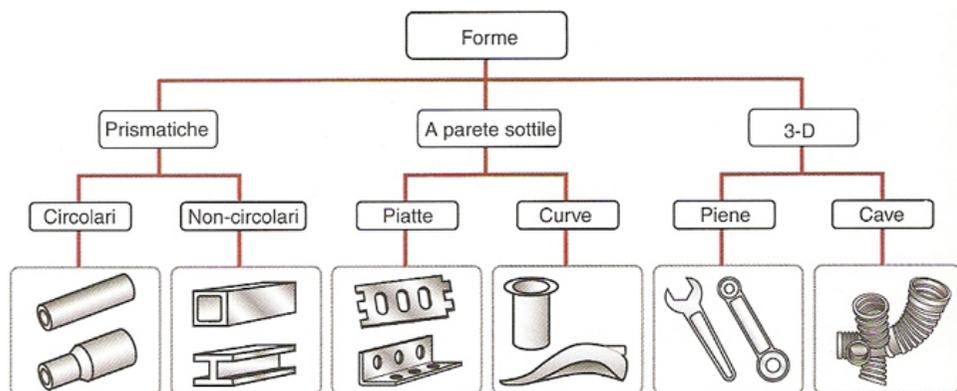


Figura 5.35
È possibile classificare una forma secondo una di queste sei classi di riferimento
Fonte: Ashby M., *Materiali, Dalla scienza alla progettazione ingegneristica*

L'analisi funzionale aiuta invece a definire quegli *attributi formali di carattere qualitativo* dello sfrido in grado di fornire un primo *stimolo progettuale* al designer nell'ideazione di un possibile suo riutilizzo in un'altra applicazione. In questo momento vanno analizzati dunque aspetti dello sfrido come:

- la *forma generale* della singola unità di sfrido, o del suo complesso volumetrico nel caso lo sfrido non possa essere considerato come singola unità. Per una catalogazione pratica a livello formale può risultare comodo utilizzare lo schema di riferimento teorizzato da Ashby²⁴, attraverso il quale è possibile classificare la forma di un prodotto secondo sei classi di riferimento [Fig. 5.35]
- *superfici, pareti e dettagli*, il loro andamento, la loro continuità, le quantità, l'eventuale presenza di superfici curve o irregolari
- l'eventuale presenza di *cavità*, la loro tipologia, la distribuzione sullo sfrido e le relative quantità
- *i bordi e le estremità*, evidenziandone eventuali irregolarità per questioni inerenti all'uso e alla sicurezza in vista di una potenziale applicazione

L'analisi dimensionale serve invece a definire con esattezza il componente di

sfrido a livello geometrico e prevede la *misurazione* di aspetti quali:

- l'*ingombro volumetrico* nelle tre dimensioni della singola unità di sfrido e la misurazione a livello dimensionale di dettagli e spessori
- l'eventuale *intervallo di variabilità dimensionale*
- la *sezione resistente* del componente, le zone di criticità e di possibile rottura/danneggiamento

L'analisi meccanica è piuttosto rilevante, in quanto da essa dipendono le *possibili applicazioni* a livello progettuale dello sfrido. Attraverso il ricorso a manuali o grazie all'ausilio di strumenti informatici, in questo momento di analisi vanno dunque definiti aspetti quali:

- le *proprietà meccaniche* del materiale del componente di sfrido, come ad esempio il modulo di Young, il comportamento a compressione, trazione, flessione, torsione e la durezza
- la possibilità o meno del materiale e del componente di essere *postlavorato* e la tipologia di lavorazioni applicabili su di esso

Le ultime due analisi presentate sono strettamente connesse tra di loro e sarebbe opportuno considerarle in un unico momento di *analisi meccanico-dimensionale*. Una proprietà come il Modulo di Young ad esempio non può essere valutata in maniera aprioristica e indipendente rispetto alle dimensioni e agli

SEZIONE 	$I = \frac{b h^3}{12}$		$\frac{\pi r^4}{4} = 0,049 D^4$
	$\frac{b}{12} (H^3 - h^3)$		$0,049 (D^4 - d^4)$
	$\frac{\alpha H^3 - b h^3}{12}$		$\frac{b h^3}{36}$
			$\frac{B H^3 + b h^3}{12}$
			$0,049 b h^3$

Figura 5.36
Principali momenti di inerzia relativi a diverse tipologie di sezioni resistenti
Fonte: Adattamento da Rossi R., *Manuale del disegnatore. Le basi del disegno tecnico e civile secondo la normativa europea e internazionale*

24 Ashby M., Shercliff H., Cebon D., 2009, Op. Cit.

spessori del componente. Entrano in gioco fattori come il *momento di inerzia* [Fig. 5.36], che tiene in considerazione la forma, le dimensioni e la disposizione del materiale della sezione resistente di un componente relazionandole con i carichi a flessione applicati perpendicolarmente rispetto a un asse. A parità di materiale della sezione resistente, tanto più grande è il valore del momento di inerzia, tanto maggiore sarà la resistenza a flessione del componente. Tramite una modellizzazione semplificata che valuti contemporaneamente i risultati dell'analisi dimensionale e meccanica dello sfrido si possono tenere in considerazione aspetti più indicativi da sfruttare per un'eventuale applicazione progettuale nella fase successiva del metodo.

L'analisi fisica del componente di sfrido invece riguarda quelle proprietà legate strettamente al *materiale* in grado di fornire da un lato stimoli per lo sviluppo di potenziali applicazioni e dall'altro di delimitarne e definirne il campo di applicabilità. Gli aspetti che ho individuato come più rilevanti nell'analisi fisica coinvolgono:

- *proprietà termiche* quali la temperatura minima e massima di utilizzo, il coefficiente di espansione termica, la conducibilità termica
- *proprietà elettriche* quali la resistività e il comportamento dielettrico
- *proprietà di durabilità* quali l'ossidabilità, la resistenza a corrosione, l'infiammabilità, la resistenza ad acidi e basi, la fotodegradabilità
- *proprietà ottiche* quali l'indice di rifrazione e la trasparenza
- *proprietà magnetiche* come la permeabilità e la polarizzabilità
- *proprietà ambientali* quali la tossicità, la biodegradabilità, la riciclabilità e gli impatti energetici a essa connessi, la disponibilità e rinnovabilità della materia prima

Un valido strumento di supporto per reperire informazioni relative alle proprietà fisiche di un materiale è costituito dal *Cambridge Engineering Selector*, software a cui si è fatto riferimento in precedenza.

L'ultimo punto dell'analisi, non di minore importanza rispetto agli altri per determinare le possibilità applicative dello sfrido, riguarda la valutazione delle sue **caratteristiche sensoriali**. Esse riguardano:

- *aspetti tattili* come la rugosità superficiale ed eventuali texture tridimensionali che possono influire nella fase di interazione con l'utente
- *aspetti visivi* come il colore, la lucentezza, l'opacità
- *aspetti olfattivi* come l'odore, caratteristica rilevante per componenti di residuo delle lavorazioni industriali

La fase di analisi è un momento basilare nell'applicazione del metodo, in quanto si delineano quelle caratteristiche proprie del componente di sfrido in grado di fornire un quadro completo di quegli aspetti che possono essere sfruttati per uno sviluppo successivo a livello progettuale nell'ottica del recupero.

A questo livello dunque, dopo la fase iniziale di ottimizzazione e la fase appena descritta di analisi, si è in possesso di un **quadro descrittivo dello sfrido inevitabile**, cioè di una serie di dati in grado di aiutare progettisti e imprese a valutare la possibilità di ideare prodotti a partire dallo sfrido derivato da un determinato processo produttivo.

FASE 3: PROGETTAZIONE CON LO SFRIDO

Arrivati a questa fase di applicazione del metodo, si è dunque in presenza di sfridi che costituiscono per un'azienda produttrice rifiuti speciali di cui disfarsi. La gerarchia opzionale individuata a livello legislativo in materia di gestione dei rifiuti indica come scelta primaria da valutare quella del *recupero di materiale tramite riutilizzo*. A livello pratico, la distinzione tra recupero tramite riutilizzo e riciclaggio è abbastanza sottile, in quanto anche quest'ultimo viene definito a livello legislativo come una forma di recupero di materia. Tuttavia, l'accezione principale di *riciclaggio* definita dall'art. 10 del Dlgs. 205/10 consiste nell'utilizzo del materiale di rifiuto per ottenere *prodotti con la stessa funzione dell'originale*. Ciò significa che il riciclaggio di sfridi provenienti ad esempio da una lamiera in acciaio prevede la rifusione degli stessi per ottenere nuova lamiera o comunque nuovi semilavorati in acciaio, processo tuttavia altamente dispendioso a livello energetico. Il *recupero tramite riutilizzo* presuppone invece, sempre secondo il Dlgs. 205/10, *l'assegnazione di una funzione utile* al prodotto di rifiuto, rendendolo in grado di sostituire altro materiale nella realizzazione di un bene (ottenendo così un sottoprodotto), ed è qui che risiede la differenza principale tra le due opzioni di gestione.

La seconda distinzione tra le due forme di gestione inoltre consiste nelle operazioni necessarie alla loro applicazione: il metodo di recupero degli sfridi tramite il loro riutilizzo mira all'ottenimento di sottoprodotti che tendano principalmente a *minimizzare* aspetti quali:

- l'**energia** necessaria alla fase di postlavorazione del materiale di sfrido
- le **tempistiche** necessarie all'ottenimento del sottoprodotto
- le **trasformazioni** che il materiale deve subire per diventare sottoprodotto

Come dimostrato nel precedente capitolo attraverso il grafico di Fig. 4.26, frazioni troppo alte di materiale da destinare a riciclaggio possono comportare addirittura un carico ambientale maggiore rispetto al non effettuarlo, in quanto le energie e le emissioni in atmosfera coinvolte nei processi di riciclaggio sono impattanti a livello ambientale. Inoltre, difficilmente un produttore ha in sede gli impianti per provvedere al riciclaggio del proprio materiale di sfrido prodotto: questo aspetto comporta dunque altri *sprechi e consumi* legati al trasporto e alla movimentazione del materiale, con conseguenze a livello monetario e di inquinamento ambientale.

Il riciclaggio di materiali di rifiuto comporta inoltre anche in termini di *tempo* un aspetto non trascurabile. Il *metodo* di recupero tramite riutilizzo invece incorag-

gia a *ridurre e limitare gli spostamenti di materiale* dalla fabbrica verso altre sedi di riprocessazione.

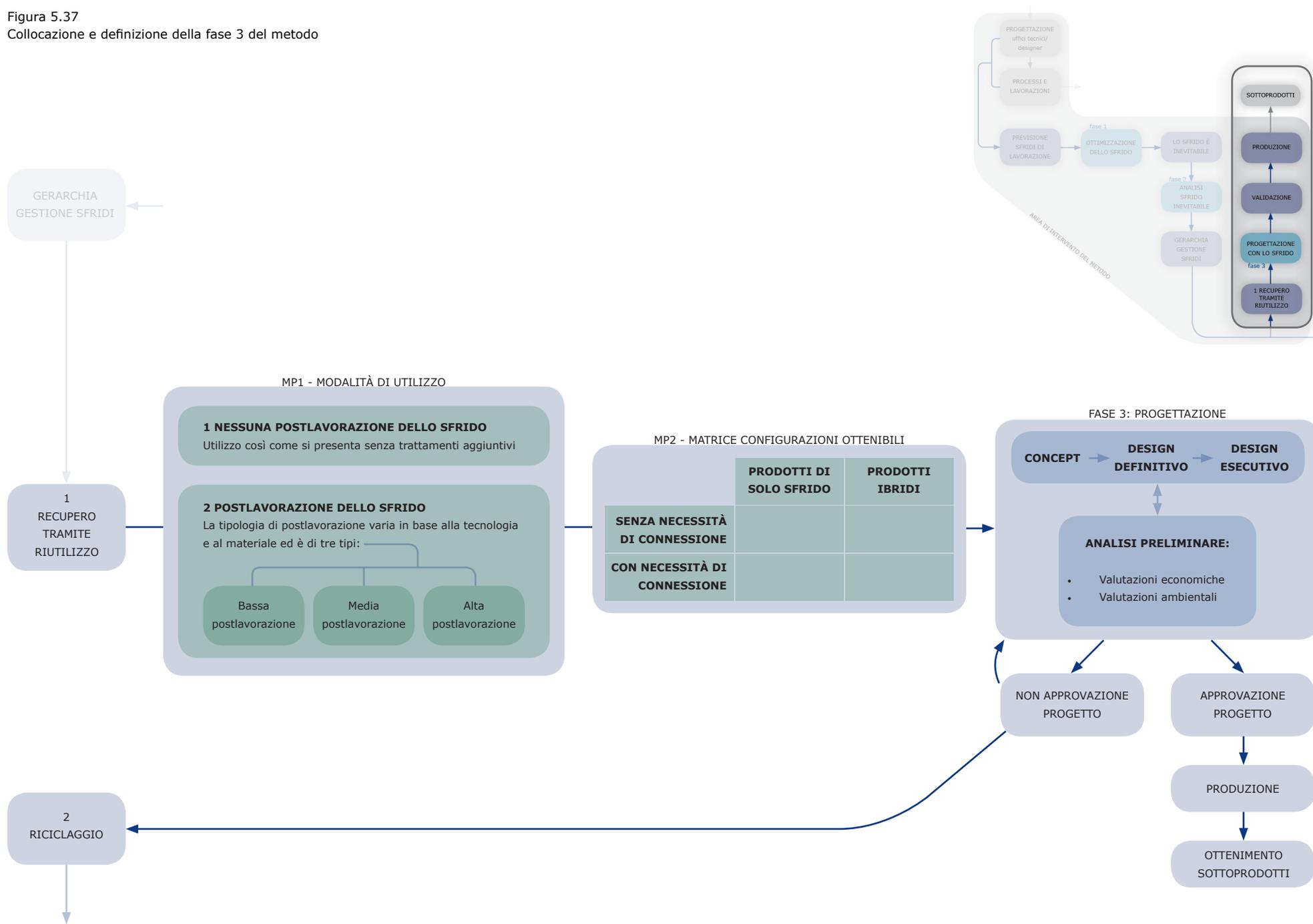
Come ultima considerazione inoltre va ribadito che il processo di riciclaggio consiste nel riottenimento del materiale originario, spesso presentando peggioramenti dal punto di vista qualitativo o prestazionale (come ad esempio avviene per certe tipologie di materiali polimerici). Il recupero tramite il riutilizzo invece vuole incoraggiare la possibilità di sfruttare quelle caratteristiche proprie del materiale di rifiuto al fine di limitare il numero e l'entità delle *trasformazioni* che esso deve subire a livello fisico e formale in fase di postlavorazione per assolvere una determinata funzione.

L'**obiettivo centrale del metodo** comunque, all'infuori di considerazioni (seppur importanti) prettamente di natura terminologica, consiste nella definizione di quei *passaggi necessari* a valutare se ci sia la possibilità di *ottenere sottoprodotti* a partire dagli sfridi, traendo dal loro utilizzo vantaggi ambientali ed economici rispetto a produrre lo stesso prodotto secondo le modalità tradizionali o rispetto alle altre forme possibili di gestione del rifiuto.

Si definisce ora la **Fase 3** del metodo, riguardante la strutturazione dei passaggi necessari per *progettare con lo sfrido inevitabile* analizzato durante la Fase 2. In Fig. 5.37 vengono illustrati la sua collocazione all'interno dell'area di intervento e gli step di cui è composta.

Questa fase presenta una particolarità rispetto alle altre due che la precedono. Per poter essere eseguita correttamente, ho scelto di anteporle due operazioni preliminari, definite **momenti preparatori MP1 e MP2** (le due aree verdi). Questi due stadi *non costituiscono un'effettiva azione pratica di intervento* con lo sfrido, ma servono al progettista per valutare con maggiore chiarezza le *possibilità di azione progettuale* e le tipologie di configurazione possibile dei prodotti ottenibili. La scelta di presentare MP1 e MP2 anticipatamente rispetto alla Fase 3 deriva dal voler dunque offrire uno strumento, una sorta di *mappa mentale preparatoria* appunto, in grado di facilitare e indirizzare la scelta per lo sviluppo progettuale di un eventuale prodotto, iniziando inoltre a delimitare quelli che sono i confini applicativi del metodo.

Figura 5.37
Collocazione e definizione della fase 3 del metodo



MOMENTO PREPARATORIO MP1

Attraverso il momento preparatorio MP1 ho definito le *modalità di utilizzo* dello sfrido inevitabile suddividendole in tre gruppi principali che illustrano le possibili opzioni di intervento. Esse consistono in:

1 Nessuna postlavorazione dello sfrido

Questa operazione prevede il riutilizzo dello sfrido allo stadio in cui si presenta subito dopo la fase di lavorazione, *senza effettuare trattamenti aggiuntivi* per modificarne proprietà fisiche o geometriche.

Si tratta della soluzione più vantaggiosa sotto molti aspetti, in quanto non intervenire sullo sfrido riduce gli impatti a livello energetico, economico e ambientale connessi alle operazioni da effettuare su di esso, che verrebbero così sostanzialmente limitate alla sola fase di trasporto di materiale.

Esempio applicativo

Questa soluzione risulta essere tuttavia *attuabile solo in alcuni casi specifici*, come ad esempio per l'aggregazione di materiale truciolare nell'ottenimento di materiali compositi, in cui lo sfrido è il rinforzo e la matrice è costituita da un altro materiale o viceversa. Si potrebbe pensare che l'ottenimento di materiale composito a partire dallo sfrido prodotto rappresenti una postlavorazione, quindi questa particolare applicazione non rientrerebbe nel gruppo 1 di MP1. Tuttavia ciò non risulta corretto a mio avviso, in quanto l'aggregazione dello sfrido come rinforzo in una matrice è ovviamente una lavorazione, ma che non riguarda modifiche dello sfrido, che rimane invariato (nessuna postlavorazione su di esso), ma esclusivamente il risultato del prodotto finale.

Un esempio di quanto appena descritto è presentato da una serie di prodotti sviluppati e commercializzati dall'azienda italiana Alisea²⁵ utilizzando gli sfridi truciolari provenienti dai processi di lavorazione del legno come rinforzo in una matrice a base di cera [Fig.5.38]. Il risultato ottenuto ha permesso di ottenere ai prodotti il marchio ecologico Remade in Italy [Fig.5.39], che evidenzia i vantaggi ambientali derivati dall'operazione:

- una riduzione dei *consumi energetici* derivati dal riuso del materiale di 7,18KWh/Kg



Figura 5.38
Contenitori ottenuti dall'aggregazione senza postlavorazione degli sfridi truciolari del legno in una matrice di cera

Fonte: www.remadeinitaly.it

MATERIAL RESEARCH CERA - LEGNO	
Prodotto in materiale riutilizzato	
Su srl - Alisea PRU0004	
>90% Da 61% a 90% Da 31% a 60% Da 10% a 30%	A+ A 70% B C
tipologia materiale riutilizzato	legno truciolare
riduzione dei consumi energetici dal riuso del materiale - kWh/kg	7,18
riduzione delle emissioni climalteranti dal riuso del materiale - gr co2 eq/kg	487,90
The logo for 'REMADE IN ITALY' features the text in a bold, sans-serif font. To the left of the text are several grey circles of varying sizes, with a green circle containing the text 'REMADE' positioned above the 'I' in 'ITALY'.	

Figura 5.39
Etichettatura ecologica ottenuta da Alisea per i prodotti in Fig. 5.38

Fonte: www.remadeinitaly.it

25 www.alisea.it (ultima conn. al sito: 18-03-2013)

- una riduzione delle *emissioni climalteranti* derivate dal riuso del materiale di 487,9 gr CO₂eq/Kg

2 Postlavorazione dello sfrido.

Questa modalità operativa riguarda invece un *intervento di tipo diretto* sullo sfrido inevitabile prodotto. Le applicazioni a questo livello sono estese a tutte quelle lavorazioni effettuabili su un determinato tipo di materiale in relazione a parametri di fattibilità individuati nella Fase 2 di Analisi dello sfrido inevitabile. Ho suddiviso le postlavorazioni secondo un *criterio* basato sui tre parametri presentati in precedenza:

- **trasformazioni** (l'entità e il numero delle postlavorazioni da effettuare)
- **energia totale** (coinvolta nelle postlavorazioni)
- **tempistiche** (necessarie alla realizzazione delle postlavorazioni)

Questi tre aspetti sono in grado di definire il *grado dell'intervento sullo sfrido*. Le postlavorazioni possono essere catalogate come interventi a **bassa, media o alta postlavorazione**. Data l'ampiezza dei materiali e delle tecnologie potenzialmente coinvolti, la catalogabilità di un progetto in una delle tre tipologie può difficilmente rientrare in *rigidi confini di tipo quantitativo*. Risulta necessario valutare *caso per caso* l'entità dell'intervento di riutilizzo nella fase di progettazione vera e propria, effettuando successive valutazioni di tipo economico e ambientale.

Può essere comunque definita come *buona pratica per il progettista*, nel momento in cui applica il metodo, quella di tendere tramite un lavoro continuo di *affinamento e revisione* del progetto a diminuire il numero degli interventi "superflui" che non creano valore aggiunto al progetto.

Esempio applicativo

La *postlavorazione dello sfrido* raggruppa la maggior parte degli interventi progettuali potenzialmente svilupparli, in quanto, come detto in precedenza, difficilmente esso potrà essere reintrodotta in commercio *senza nessun tipo di operazione* su di esso.

In Fig. 5.40 sono presentati tre esempi di progetti sviluppati e realizzati a partire da sfridi di lavorazione industriale. Sebbene difficilmente comparabili uno con l'altro e senza scendere nel dettaglio descrittivo dei progetti, è comprensibile come siano necessarie diverse fasi di postlavorazione per ottenere i tre prodotti finiti:

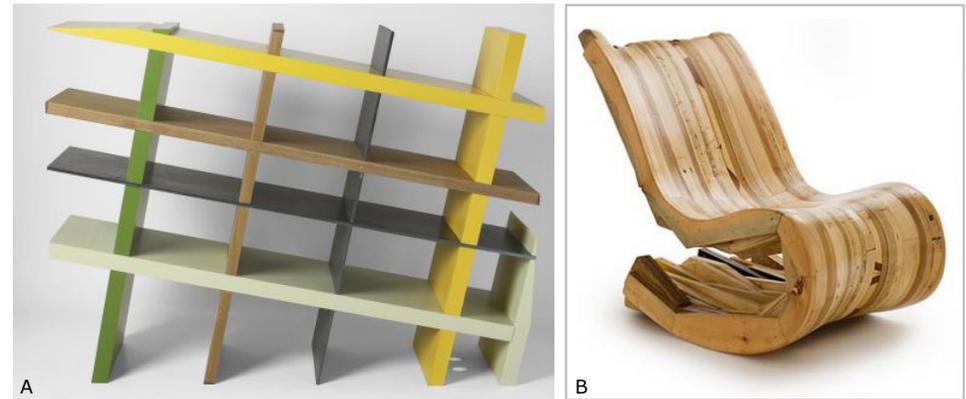


Figura 5.40a Libreria Colour Console di Rabin Hage con gli sfridi di Corian di Dupont
 Figura 5.40b Poltrona Slide di Controprogetto realizzata con sfridi di legno
 Figura 5.40c Portafrutta di Piet Hein Eek ottenuto da ritagli della lavorazione del legno
 Fonte: www2.dupont.com; www.controprogetto.it; www.pietheineek.nl



- nel caso della libreria di Fig. 5.40a sono richieste operazioni di taglio e connessione tramite incollaggio degli sfridi di Corian
- per la poltrona di Fig. 5.40b sono necessarie una fase preliminare di taglio dei componenti, la loro successiva connessione tramite chiodatura e incollaggio e un'operazione di fresatura e levigatura della superficie anteriore di contatto con il corpo
- per la realizzazione del portafrutta di Fig. 5.40c sono necessarie una prima fase di incollaggio e pressatura dei componenti sovrapposti e una seconda fase di taglio esterno (per omogeneizzare l'ingombro complessivo del prodotto) e fresatura interna per ottenere la scanalatura che creerà la cavità nel pezzo finito

Digressione punto 2:

Sfruttamento della geometria disponibile nei semilavorati

Una variante del secondo punto di MP1 consiste nella *valutazione della geometria e degli spazi non utilizzati* nei semilavorati in fase di lavorazione che costituiscono sfrido. Questo passaggio potrebbe risultare a una prima lettura simile ai *parametri geometrici* relativi all'ingegnerizzazione di prodotto della Fase 1 di Ot-



Figura 5.41 Esempio di ottimizzazione dei componenti in funzione del semilavorato
Fonte: <http://www.studiolodesign.fr>

timizzazione dello sfrido. In realtà tra i due stadi sussiste una grande differenza, in quanto mentre i parametri geometrici della Fase 1 riguardano l'ottimizzazione a livello dimensionale del componente in funzione del semilavorato, l'operazione ora descritta riguarda la possibilità di sfruttare le potenzialità insite nello spazio del semilavorato che costituirà sfrido in seguito alla lavorazione al fine di ideare prodotti a partire da essi.

Esempio applicativo

L'illustrazione di questo punto e le differenze la Fase 1 del metodo risultano sicuramente di maggiore comprensibilità attraverso un esempio. In Fig.5.41 viene proposto il progetto di una sedia in cui è stato *estremizzato* il concetto di ottimizzazione dei componenti in funzione del semilavorato di partenza, ottenendo come risultato il quasi totale annullamento degli sfridi di lavorazione consequenziali alla lavorazione di taglio.

Vengono presentati ora due progetti invece in cui è stata sfruttata la geometria non utile del semilavorato di partenza per l'ottenimento di un altro prodotto:

- i prodotti della serie *The waste is the best* di Fig.5.42 sono stati ideati da Pierre Andre Senizergues di *Skate Study House*²⁶ e Gil Le Bon De LaPointe, ottenendo componenti "strutturali" da sfridi di legno multistrato utilizzato nella realizzazione di tavole da skateboard
- il portafrutta di Fig. 5.43 invece è un progetto del 1992 di Paolo Ulian²⁷ ottenuto dagli sfridi del processo di carotaggio dei blocchi di marmo utilizzato per la realizzazione di vasi

Lo spazio del semilavorato non utile (cioè lo sfrido) derivato dalla fase di lavorazione in questi due casi *non viene modificato* o riadattato in funzione del progetto originale (lo skateboard o il vaso), ma assume una propria autonomia formale, diventando un prodotto indipendente (potenzialmente di carattere industriale), in grado di svolgere una funzione e ridurre il quantitativo di materiale da destinare a dismissione.

Attraverso questi esempi si vuole stimolare una riflessione progettuale sulla *potenzialità geometrico-volumetrica* dello sfrido inevitabile generata successivamente alla fase di lavorazione. Durante ad esempio il processo di *stampaggio*

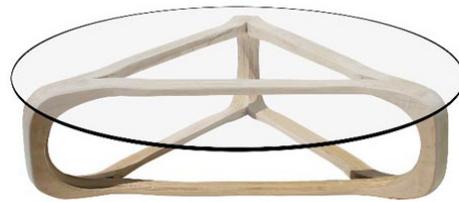
26 www.skatestudyhouse.com (ultima conn. al sito: 17-02-2013)

27 www.paoloulilian.it (ultima conn. al sito 26-02-2013)



Figura 5.42 Prodotti ottenuti dagli sfridi di fogli di legno multistrato utilizzato nella realizzazione di tavole da skateboard

Fonte: <http://www.skatestudyhouse.com>



1

2

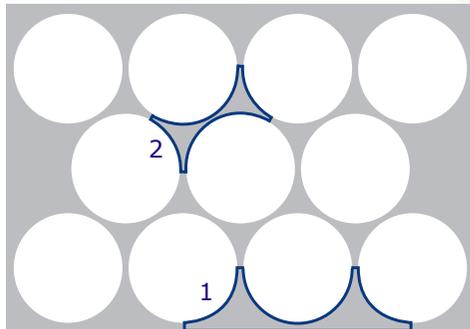


Figura 5.43 Portafrutta ottenuti dallo sfrido di carotaggio del marmo

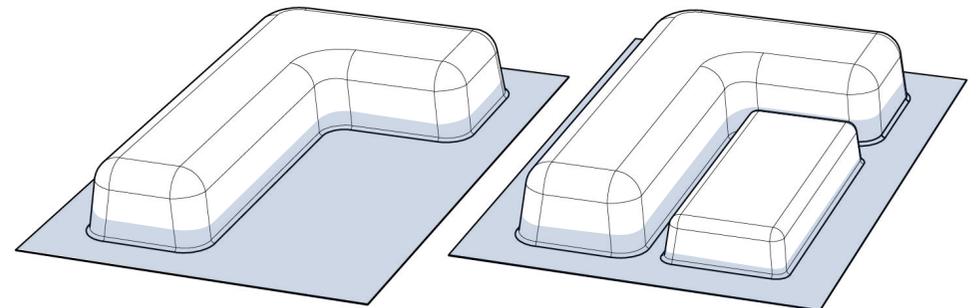
Fonte: www.paolouljan.it

sottovuoto di una lastra in materiale polimerico, l'impossibilità di ottimizzare il componente in funzione del semilavorato di partenza potrebbe determinare un'area di sfrido tuttavia potenzialmente utilizzabile per ottenere un altro componente dalle geometrie, dimensioni e dai volumi di produzione compatibili con la tecnologia. Questa valutazione ovviamente comporta in termini industriali un aspetto non da poco, in quanto trovare una figura terza *interessata* allo sfruttamento di quella geometria potenziale non è sicuramente un'operazione semplice: in questo diventa di fondamentale importanza la figura del progettista e la sua capacità di mettere in connessione tra loro le aziende.

In Fig.5.44 viene illustrato il significato di quanto appena detto: nel momento infatti in cui le caratteristiche del componente da realizzare non consentono di sfruttare al meglio la lastra da termoformare, si genera uno spazio vuoto che costituirà sfrido dopo la lavorazione [Fig.5.44a]. Sfruttare quello spazio vuoto per ideare un prodotto [Fig.5.44b] che presenti *concordanza produttiva* con il processo iniziale *ridurrebbe notevolmente il materiale di sfrido* da trattare e costituirebbe una possibilità di introito per l'azienda produttrice. Anche in questo caso non si tratta di ottimizzare il componente in funzione del semilavorato (Fase 1 del metodo), ma di *sviluppare un componente nuovo* (Fase 3 del metodo) a partire da ciò che altrimenti costituirebbe materiale di rifiuto.

Figura 5.44 Ipotesi di sfruttamento della geometria disponibile che costituirebbe sfrido dopo il processo di stampaggio sottovuoto

5.44a La realizzazione del componente a L genera un'ampia area inutilizzata causa di sfrido
5.44b La progettazione di un componente nuovo sfruttando l'area inutilizzata ridurrebbe notevolmente il quantitativo di sfrido prodotto



MOMENTO PREPARATORIO MP2

Sempre in riferimento allo schema di Fig.5.37, il momento preparatorio MP2 definisce una "tabella mentale" delle *diverse tipologie di architetture di prodotto possibili* da realizzare attraverso il recupero tramite riutilizzo dello sfrido inevitabile.

Tramite una matrice 2x2 che ho chiamato **matrice delle configurazioni ottenibili**, il designer può ricevere un iniziale stimolo progettuale e inquadrare con maggiore chiarezza le sue scelte nella fase immediatamente successiva di progettazione.

La matrice è costituita da *due colonne*, che riguardano *l'architettura compositiva*, e da *due righe*, relative invece alla *connessione* tra loro dei componenti. La loro combinazione definisce una griglia di quattro soluzioni possibili entro le quali inquadrare successivamente il prodotto in fase di concept.

Le colonne presentano due tipologie di **architetture possibili** di prodotto ottenibili attraverso il riutilizzo degli sfridi:

- **prodotti di solo sfrido.** Sono quei prodotti ottenuti *esclusivamente* sfruttando componenti di sfrido inevitabile derivato da un determinato processo produttivo.
- **prodotti ibridi.** Rientrano invece in questa categoria quei prodotti che necessitano di componenti di nuova progettazione (o comunque che non derivano da materiale residuo delle lavorazioni) per ottenere l'architettura finale di prodotto.

Le righe invece definiscono la necessità di **connessione** o meno dei componenti di un prodotto, che possono dunque essere ottenuti:

- **senza necessità di connessione.** Il materiale di sfrido presenta già le caratteristiche necessarie a soddisfare i requisiti di progetto, per cui *non c'è bisogno* di collegare tra loro parti o componenti.
- **con necessità di connessione.** In questo caso invece, affinché il materiale di sfrido diventi parte costituente dell'architettura di un prodotto, è richiesto un *intervento di connessione* che può coinvolgere componenti e tecnologie diverse tra loro.

Per quanto riguarda le connessioni, al fine di ricevere stimoli progettuali sulle

modalità di collegamento tra loro dei componenti, è sicuramente utile come riferimento la tesi di laurea di Massimo Micocci *Reuse Connection*²⁸, in cui sono presentate sia *connessioni di tipo convenzionale* utilizzate abitualmente in ambito industriale, sia *connessioni di tipo non convenzionale* nell'ottica del recupero di materiale e dei componenti di rifiuto. Le connessioni di tipo convenzionale presentate nella trattazione, in riferimento al *Design for manufacturability handbook*²⁹, sono state categorizzate a livello generale in:

- *connessioni mediante saldatura*
- *incollaggio*
- *montaggio con elementi di fissaggio*
- *montaggio per deformazione*

Le connessioni "non convenzionali" presentate nella sua ricerca sono state catalogate in:

- *fasce con chiusura reversibile*
- *annodatura*
- *fasce con chiusura irreversibile*
- *fasce elastiche*
- *cerniera lampo*
- *cucitura*
- *fascette strozzatubo*
- *morsetti*
- *pinze con molla*
- *appoggio*
- *cerniere*
- *filettatura integrate sul componente*
- *ventosa*
- *nastro adesivo*

È comunque importante ribadire che il fine del metodo è quello di stabilire le **potenzialità in ambito industriale** del recupero tramite il riutilizzo del materiale di sfrido: la scelta della tipologia di connessione non può prescindere da questa considerazione, al fine di non ideare un prodotto di tipo *artistico-artigianale*,

28 Micocci M., 2010, *Reuse Connection. Progettare il riuso attraverso le connessioni*, tesi di laurea

29 Bralla J.G., 1998, *Design for manufacturability handbook*, McGraw Hill, New York

impossibile da replicare a livello seriale secondo determinate specifiche di progetto.

La matrice appena descritta permette dunque di veicolare e di organizzare le idee progettuali che possono scaturire dal materiale di sfrido, ottenendo di volta in volta una configurazione di prodotto ben precisa. Al fine di comprendere correttamente questo passaggio, in Fig.5.45 vengono catalogati secondo la matrice i progetti ottenuti dal recupero degli sfridi appena presentati negli esempi applicativi del momento preparatorio 1:

- i portafrutta di Ulian ottenuti dai carotaggi delle lastre di marmo sono costituiti esclusivamente da materiale di sfrido. La conformazione geometrica e la monomatericità del prodotto non richiedono il ricorso a sistemi di giunzione di alcun tipo (*configurazione 1*)
- i contenitori di Alisea sono catalogati come prodotti ibridi, in quanto per ottenere quella forma utilizzando lo sfrido truciolare in legno, bisogna ricorrere a un elemento in grado di trattenere e fissare il truciolo (in questo caso la cera), ottenendo così un materiale "composito" idoneo (*configurazione 2*)
- la libreria e il contenitore sono ottenuti in entrambi i casi a partire da materiali di solo sfrido, connettendo i vari componenti (rispettivamente Corian e legno) tra loro mediante incollaggio per la realizzazione del prodotto finito (*configurazione 3*)
- La poltrona e il tavolino di *SkateStudyHouse* rientrano nella categoria di prodotti ibridi con necessità di connessione in quanto per la prima è richiesto l'uso di ganci in metallo montati tramite viti autofilettanti sui componenti di sfrido per ottenere la struttura finale del prodotto, mentre il secondo, oltre alla fase di incollaggio dei tre componenti di sfrido che costituiscono la base del tavolo, ha bisogno di un componente di nuova progettazione (in questo caso il disco in vetro) per ottenere il piano d'appoggio (*configurazione 4*)

Come del resto facilmente intuibile, è utile ai fini progettuali osservare come il **grado di complessità** dei prodotti ottenibili aumenta progressivamente procedendo dalla configurazione 1 alla configurazione 4 [Fig.5.46].



Figura 5.45 Matrice delle configurazioni ottenibili per alcune tipologie di prodotti realizzati attraverso il recupero degli sfridi derivati da diverse tipologie di lavorazione industriale

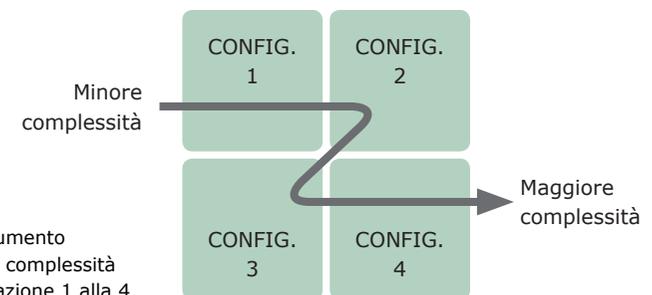


Figura 5.46 Aumento progressivo di complessità dalla configurazione 1 alla 4

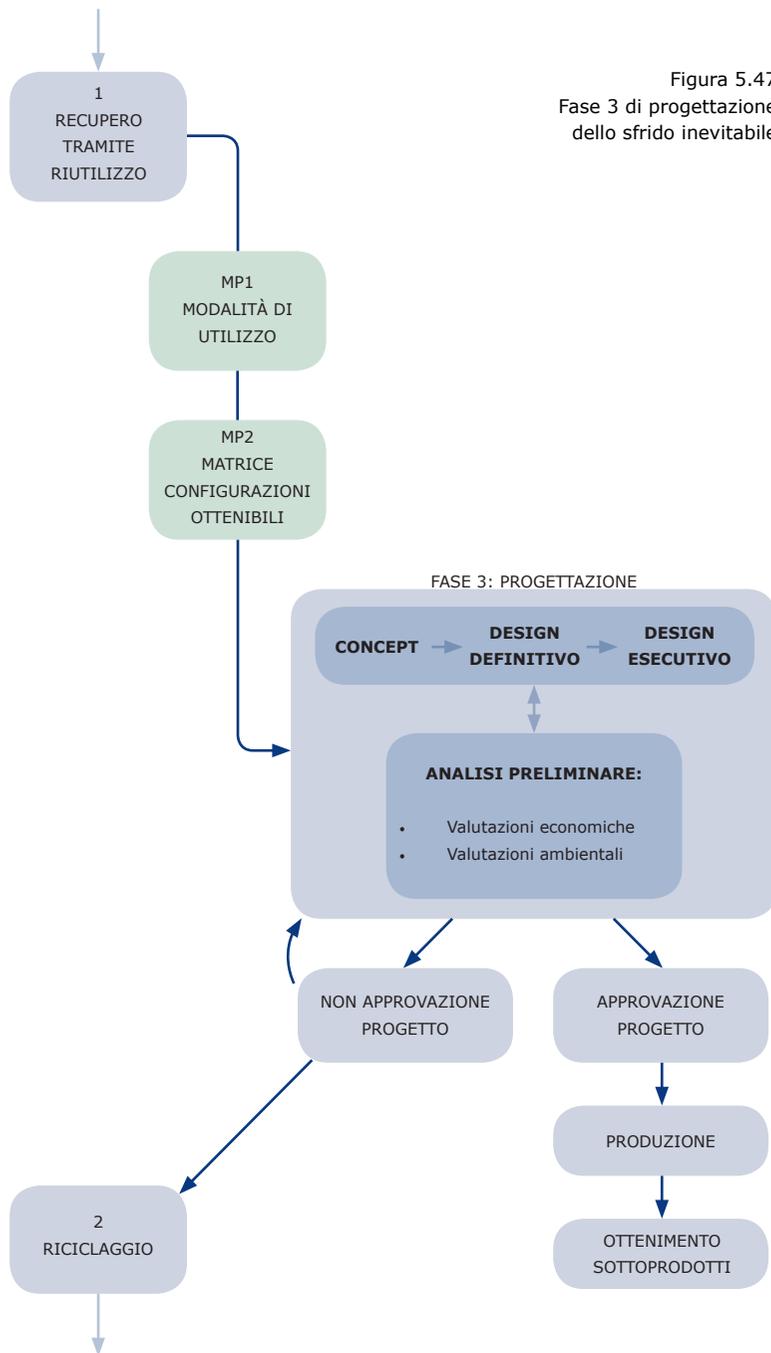


Figura 5.47
Fase 3 di progettazione
dello sfrido inevitabile

FASE DI PROGETTAZIONE

Giunto a questo punto del metodo, il progettista si trova ad aver:

- ottimizzato e ridotto la produzione del materiale in eccesso, ottenendo solo sfrido inevitabile (Fase 1 di Ottimizzazione dello sfrido)
- definito e analizzato le proprietà caratteristiche dello sfrido inevitabile (Fase 2 di Analisi dello sfrido inevitabile)
- preso visione delle modalità di utilizzo e delle configurazioni di prodotto ottenibili riutilizzando lo sfrido inevitabile (momenti preparatori MP1 e MP2)

Inizia dunque ora la fase vera e propria di **progettazione con lo sfrido**. Per comodità di lettura viene riportato in Fig.5.47 lo schema di definizione della Fase 3, che non presenta tuttavia differenze con quanto già proposto in Fig.5.37. Per la definizione di questo momento del metodo si fa nuovamente riferimento all'impostazione dell'iter progettuale³⁰ definita da Michael Ashby, che ha suddiviso gli step procedurali in tre momenti sequenziali, corrispondenti a:

- *progetto concettuale*, in cui si definiscono e analizzano i principi di lavorazione e le opzioni progettuali possibili a livello di composizione generale del prodotto in relazione a una determinata richiesta di mercato
- *progetto di massima*, in cui le dimensioni dei componenti che costituiscono il prodotto vengono definite in maniera più specifica
- *progetto particolareggiato*, in cui si compie una revisione complessiva volta a ottimizzare la forma, il processo produttivo e l'assemblaggio, o più in generale tutti quegli aspetti legati alla realizzazione del prodotto finito. L'obiettivo di quest'ultimo punto, sintesi globale dei tre momenti progettuali, è la definizione delle specifiche di progetto, che una volta approvate permettono di procedere con gli step successivi della catena produttiva

Come riscontrabile in Fig.5.48, i tre momenti progettuali si sviluppano in parallelo con la *definizione dei materiali e dei processi*, aumentando progressivamente il grado di dettaglio a partire dalla fase di progetto concettuale (momento di definizione minore in cui tutte le soluzioni sono "aperte") fino a quella di progetto particolareggiato (in cui tutti gli aspetti del progetto sono stabiliti con precisione).

30 Ashby M., Shercliff H., Cebon D., 2009, Op. Cit.

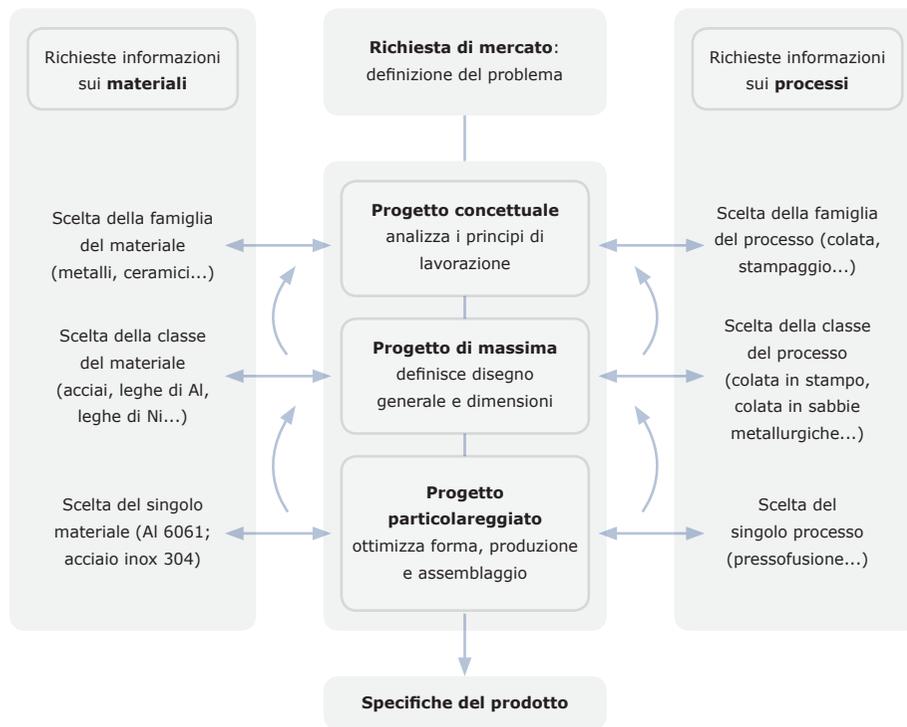


Figura 5.48
Lo schema di flusso della progettazione e l'inserimento delle selezioni di materiali e processi
Fonte: Adattamento da Ashby M., *Materiali, Dalla scienza alla progettazione ingegneristica*

Ashby inoltre propone un modello di schematizzazione utile alla progettazione per selezionare il materiale più idoneo per un componente secondo la definizione di *funzioni, vincoli, obiettivi e variabili libere*:

- la *funzione* di un componente definisce che *cosa il componente deve fare* o deve permettere di fare
- i *vincoli* indicano quali sono le *condizioni irrinunciabili* che devono essere soddisfatte affinché il componente possa rispondere alla funzione. Le caratteristiche che devono essere analizzate corrispondono a proprietà di tipo meccanico, fisico o produttivo (rigidezza, resistenza, tenacità a frattura, conduttività termica, resistività elettrica, induzione magnetica residua, trasparenza, costo, massa...)
- gli *obiettivi* definiscono quali aspetti si intende *minimizzare* (costo, massa, volume, impatto ambientale, perdita di calore...) o *massimizzare* (immagazzinamento di energia, flusso termico) in relazione alle specifiche esigenze produttive
- le *variabili libere* sono invece quei parametri a *discrezione* del progettista che possono essere modificati per ottimizzare l'obiettivo

Il modello di progettazione di Fig.5.48 e la schematizzazione per la selezione dei materiali in funzioni, vincoli, obiettivi e variabili libere fanno riferimento tuttavia a un **prodotto di tipo originale**, ovvero una situazione in cui si deve sviluppare l'ideazione dell'architettura d'assieme e definire i materiali e i processi per ottenere i componenti *a partire da zero*.

Quanto appena proposto costituisce la base di partenza dell'iter progettuale della fase 3 del metodo. Ai fini del riutilizzo dello sfido tuttavia la situazione è piuttosto differente, in quanto partendo da un componente con **proprietà definite** (a livello produttivo, funzionale, dimensionale, meccanico, fisico e sensoriale), nello sviluppo degli step progettuali, nella scelta dei materiali e dei processi di postlavorazione da utilizzare, si presenteranno sin da subito dei limiti operativi alle possibili azioni di intervento.

In Fig.5.49 viene riportata *l'espansione della fase di progettazione* vera e propria del metodo. L'iter progettuale anche in questo caso viene suddiviso in tre momenti sequenziali, corrispondenti alle fasi di **concept**, di **design definitivo** e di **design esecutivo**.

Il primo momento di **concept** è la fase forse più delicata dell'iter di progetto. La

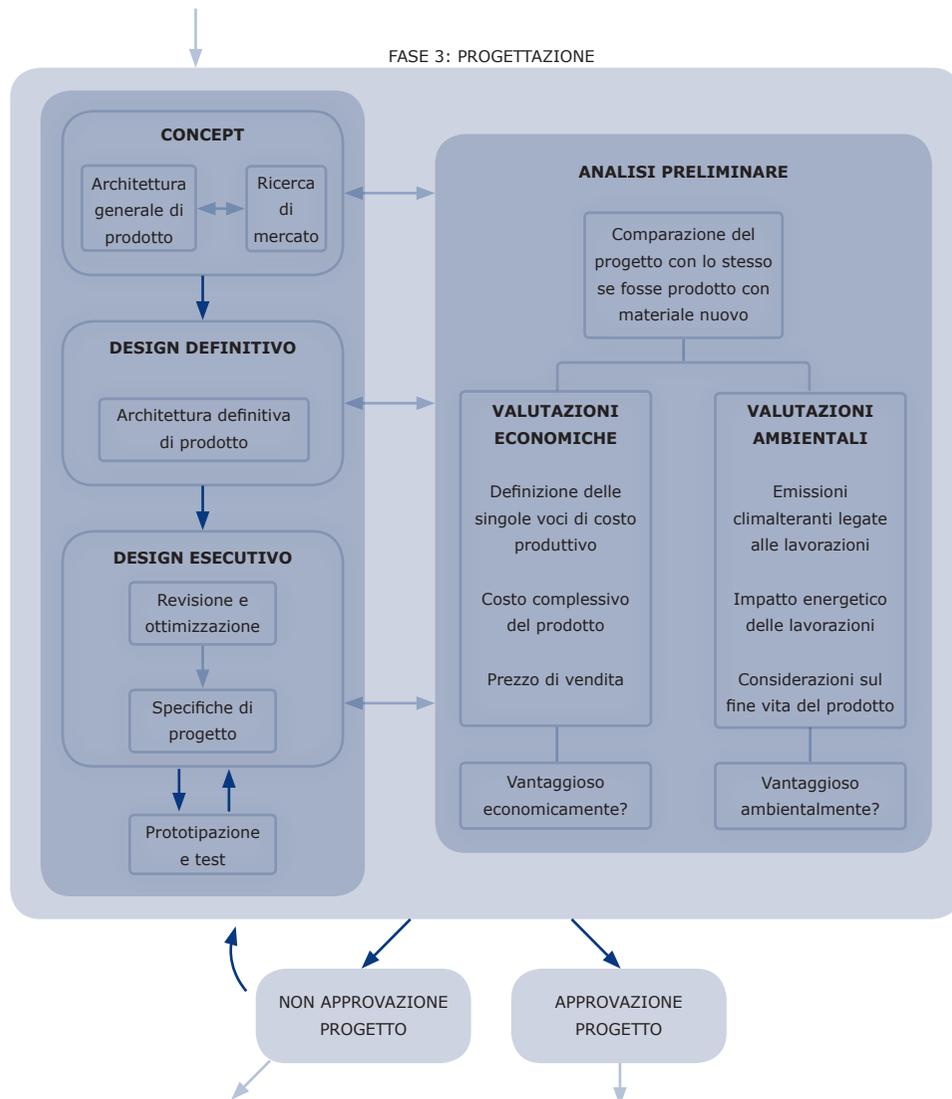


Figura 5.49 Espansione della fase di concept, di design definitivo e di design esecutivo da sviluppare in parallelo con l'analisi di pre-produzione per la corretta progettazione con lo sfrido

principale differenza rispetto all'iter tradizionale consiste nel fatto che, dal momento che si parte da componenti (lo sfrido inevitabile) con *caratteristiche già definite*, non è possibile iniziare la progettazione *esclusivamente* da una richiesta di mercato. L'analisi delle proprietà dello sfrido deve suggerire al progettista la modalità in cui esso può essere sfruttato e attraverso un'attività rielaborativa e creativa si possono iniziare a delineare degli scenari formali che definiscono *l'architettura generale di prodotto*. Lo sviluppo dell'architettura generale di prodotto tuttavia non può essere condotta in maniera casuale, o meglio, si deve evitare di compiere l'errore di generare idee che non risponderebbero a una *richiesta di mercato*. È di fondamentale importanza dunque, durante la fase di concept, porsi le domande:

- che **funzione** svolge il prodotto ottenuto con gli sfridi e in che modo esso risponde a tale funzione?
- in commercio i prodotti nuovi che svolgono la stessa funzione hanno **caratteristiche simili** e una connotazione formale/materica **comparabile** al prodotto ideato a partire dagli sfridi?
- in base a una primaria valutazione progettuale, ha **senso** in termini di fattibilità industriale e commerciale sviluppare l'idea?

Queste tre domande generali e di carattere preliminare, per quanto possano apparire ovvie, definiscono sin dal principio dei *limiti operativi* importanti, in grado di fornire uno strumento di aiuto per distinguere quali idee potrebbero avere una reale potenzialità e quali invece risulterebbero un semplice esercizio creativo fine a se stesso.

La fase di concept, in definitiva, è caratterizzata dalla *combinazione complementare* di due attività quali la definizione generale dell'architettura di prodotto in relazione a una ricerca di mercato che possa validare il senso di un ulteriore sviluppo progettuale.

Nel momento in cui la composizione formale del prodotto viene stabilita a livello generale, è necessario nel momento successivo di **design definitivo** specificare con un grado di *definizione maggiore* quegli aspetti legati agli ingombri, agli eventuali processi di postlavorazione e alle modalità di connessione dei componenti coinvolti, definendo così *l'architettura definitiva di prodotto*.

Va inoltre chiarito un aspetto importante legato allo sviluppo di quei prodotti definiti *ibridi*, ovvero costituiti da sfrido e da materiali/componenti "nuovi". I materiali e i componenti di nuova progettazione necessari all'ottenimento del prodotto finito infatti non risentono di quel carattere vincolante che caratteriz-

za invece appunto i componenti di sfrido. Per questo motivo la loro definizione a livello di selezione e scelta dei materiali può seguire la pratica progettuale presentata in precedenza di schematizzazione in *funzione, vincoli, obiettivi e variabili libere*. Ovviamente questo passaggio deve tenere in considerazione il rapporto del componente di nuova progettazione con quello di sfrido con cui andrà a costituire l'assieme finale. La valutazione della relazione tra lo sfrido e il componente di nuova progettazione costituirà dunque per quest'ultimo un vincolo nella fase di selezione dei materiali.

Il risultato della fase di design definitivo dunque consiste nella delineazione dell'architettura definitiva di prodotto, arrivando a ottenere un grado di dettaglio maggiore rispetto alla fase precedente di concept.

Il terzo momento dell'iter progettuale è costituito dal **design esecutivo**, in cui si deve effettuare un lavoro di *revisione e ottimizzazione* dell'architettura di prodotto, definendo nel dettaglio dimensioni, lavorazioni, sequenza di assemblaggio, e tutti quegli aspetti necessari alla formulazione delle *specifiche di progetto*, ovvero le informazioni di cui il reparto di produzione ha bisogno per la realizzazione del prodotto finito.

Nel momento in cui le specifiche di progetto sono state redatte, è possibile avviare la fase di **prototipazione** e di **test** sul prodotto. I test possono riguardare prove di carico, ergonomiche, o altre valutazioni ad esempio di natura estetica che possono implicare modifiche e correzioni e definire nuove specifiche di progetto. Questo modello circolare continua fino al momento in cui non si ritiene più necessario effettuare modifiche al prototipo e le specifiche di progetto vengono accettate come definitive per avviare la fase di produzione.

Per evitare incomprensioni è opportuno ribadire a questo punto l'*obiettivo del metodo*, che consiste nel valutare la possibilità di sviluppare prodotti (o meglio sottoprodotti) a partire dal *riutilizzo* di componenti di sfrido e definire se tale operazione possa comportare dei vantaggi in termini ambientali ed economici rispetto alla realizzazione di prodotti comparabili di nuova progettazione e alle altre principali soluzioni di gestione degli sfridi tra cui le principali sono il *riciclaggio* (inteso nella sua accezione legislativa primaria di trasformazione del rifiuto per ottenere nuovamente un prodotto con la stessa funzione di quello iniziale), il *recupero di energia* e lo *smaltimento*.

Questo aspetto è importante, in quanto sottolinea la differente finalità che sussiste tra questo metodo di progettazione e il metodo di progettazione tradizionale. Sebbene a livello concettuale e procedurale le analogie siano molte, il fatto

che nella filiera tradizionale si progetti teoricamente il "*nuovo e da zero*", mentre nel metodo in questione la progettazione riguardi componenti o materiali esistenti che definiscono già di per sé dei *vincoli rigidi*, pone i due modelli progettuali su *due piani differenti*. Tuttavia, è necessario individuare un criterio di paragone per stabilire la validità o meno di un eventuale sviluppo progettuale. Ritornando dunque al momento di progettazione, come visibile in Fig.5.49, le tre fasi sequenziali di *concept, design definitivo e design esecutivo* necessitano dell'interazione continua con una fase parallela che ho definito di **analisi preliminare**.

L'obiettivo generale del momento di Analisi preliminare consiste dunque nell'effettuare una *valutazione comparativa* tra il prodotto ottenuto attraverso il recupero dello sfrido e un prodotto a esso *paragonabile* di nuova progettazione che prevederebbe l'utilizzo di *materie prime e semilavorati nuovi* e non di recupero per la sua realizzazione. Questo aspetto permette di comprendere se effettivamente lo sviluppo del progetto ha un senso a livello industriale e se l'utilizzo dello sfrido come componente di progetto può portare a dei vantaggi in termini economici e ambientali rispetto anche alle forme di gestione del rifiuto adottate da un'azienda.

Sulla base delle informazioni reperite nella Fase 2 di Analisi dello sfrido (con particolare riferimento ai dati derivati dall'analisi di tipo produttivo) è possibile valutare il progetto di *recupero tramite riutilizzo* dello sfrido inevitabile effettuando dunque contemporaneamente:

- **valutazioni economiche**, che comportano la determinazione del *costo della materia prima e delle lavorazioni* per ottenere i singoli componenti (di sfrido e non di sfrido), il *costo complessivo* del prodotto e l'eventuale *prezzo di vendita*. Nel momento in cui questi tre aspetti vengono determinati, si può effettuare una comparazione di tipo economico con un prodotto paragonabile di nuova progettazione, permettendo inoltre di effettuare anche opportune valutazioni relative alla modalità di gestione dello sfrido tradizionalmente adottata dall'azienda. Il risultato della comparazione permette di stabilire se il progetto presenta effettivamente un *vantaggio di tipo economico* o meno, determinando la validità di un eventuale sviluppo produttivo.
- **valutazioni ambientali**, che riguardano invece aspetti quali *gli impatti energetici e le emissioni* legati alle lavorazioni dei *singoli componenti* del prodotto e al prodotto stesso considerato *a livello complessivo*. Dal momento che il progetto, nel caso ne fosse approvata successivamente la produzione, diventerà un prodotto a tutti gli effetti con un ciclo di vita proprio, vanno

inoltre tenuti in considerazione quegli aspetti legati al suo *fine vita* quali la possibilità di essere disassemblato (DfD) e di recuperare i suoi componenti a fine vita. Una delle possibilità per valutare questi parametri a livello ambientale è quella di ricorrere ad esempio all'*analisi del ciclo di vita LCA*, paragonando (come per la valutazione economica) il ciclo di vita del prodotto ottenuto dal recupero degli sfridi con quello di un potenziale prodotto a esso paragonabile di nuova progettazione. Questa valutazione permetterà di stabilire se il progetto presenta realmente degli *aspetti vantaggiosi dal punto di vista ambientale* rispetto a un prodotto di nuova progettazione, permettendo inoltre di effettuare anche considerazioni relative alla modalità di gestione dello sfrido applicata dall'azienda.

Come visibile in Fig.5.49, i tre step progettuali di *concept*, *design definitivo* e *design esecutivo* devono essere sviluppati **parallelamente** al momento di *analisi preliminare* al fine di ottenere una visione complessiva di fattibilità del progetto. Nel momento in cui si riescono a definire le specifiche di progetto per un'architettura di prodotto che utilizzi componenti o materiale di sfrido in grado di:

- 1 soddisfare una **richiesta di mercato** assolvendo una determinata **funzione**
- 2 presentare **vantaggi di natura economica** rispetto a un prodotto a esso paragonabile di nuova progettazione
- 3 presentare **vantaggi di natura ambientale** rispetto a un prodotto a esso paragonabile di nuova progettazione,

il progetto può essere approvato. Ciò comporta la possibilità di accedere alla fase di produzione vera e propria, ottenendo così un prodotto (o sottoprodotto) da immettere in commercio attraverso un canale distributivo. I risultati conseguibili possono essere dunque prodotti d'uso veri e propri, come quelli presentati nel momento preparatorio MP2, o eventualmente altri prodotti intermedi utili a un ulteriore ciclo produttivo e un'altra funzione (come ad esempio dei semilavorati).

Questa è la **situazione ideale** che il metodo di recupero attraverso il riutilizzo vuole aiutare a far ottenere e l'obiettivo principale per cui è stato concepito.

Nel momento in cui invece uno dei tre parametri non viene rispettato, le opzioni operative sono di due tipi, sequenziali tra di loro:

- si deve *ritornare* in fase di progettazione e modificare quegli aspetti del progetto in grado di soddisfare tutti e tre i parametri

- se non è possibile rispettare il punto precedente, la modalità di gestione dello sfrido tramite recupero non è applicabile, il progetto non può essere sviluppato ulteriormente e bisogna *valutare* a questo punto la modalità più corretta di gestione dello sfrido secondo la gerarchia riciclaggio-recupero di energia-smaltimento.

La definizione del metodo di recupero tramite il riutilizzo dello sfrido inevitabile a questo punto è stato spiegato in tutti i suoi passaggi. In Fig. 5.50 viene riportata una *schematizzazione complessiva* dell'area di intervento del metodo descritta nelle sue tre fasi principali (Fase 1 di Ottimizzazione dello sfrido, Fase 2 di Analisi dello sfrido inevitabile, Fase 3 di Progettazione con lo sfrido).

In Fig. 5.51 viene invece presentata nuovamente, come sintesi conclusiva del capitolo, la collocazione del metodo all'interno del ciclo di vita di prodotto, che ora è possibile interpretare in un'ottica leggermente diversa sulla base degli scenari possibili che il metodo si propone di aiutare a sviluppare.

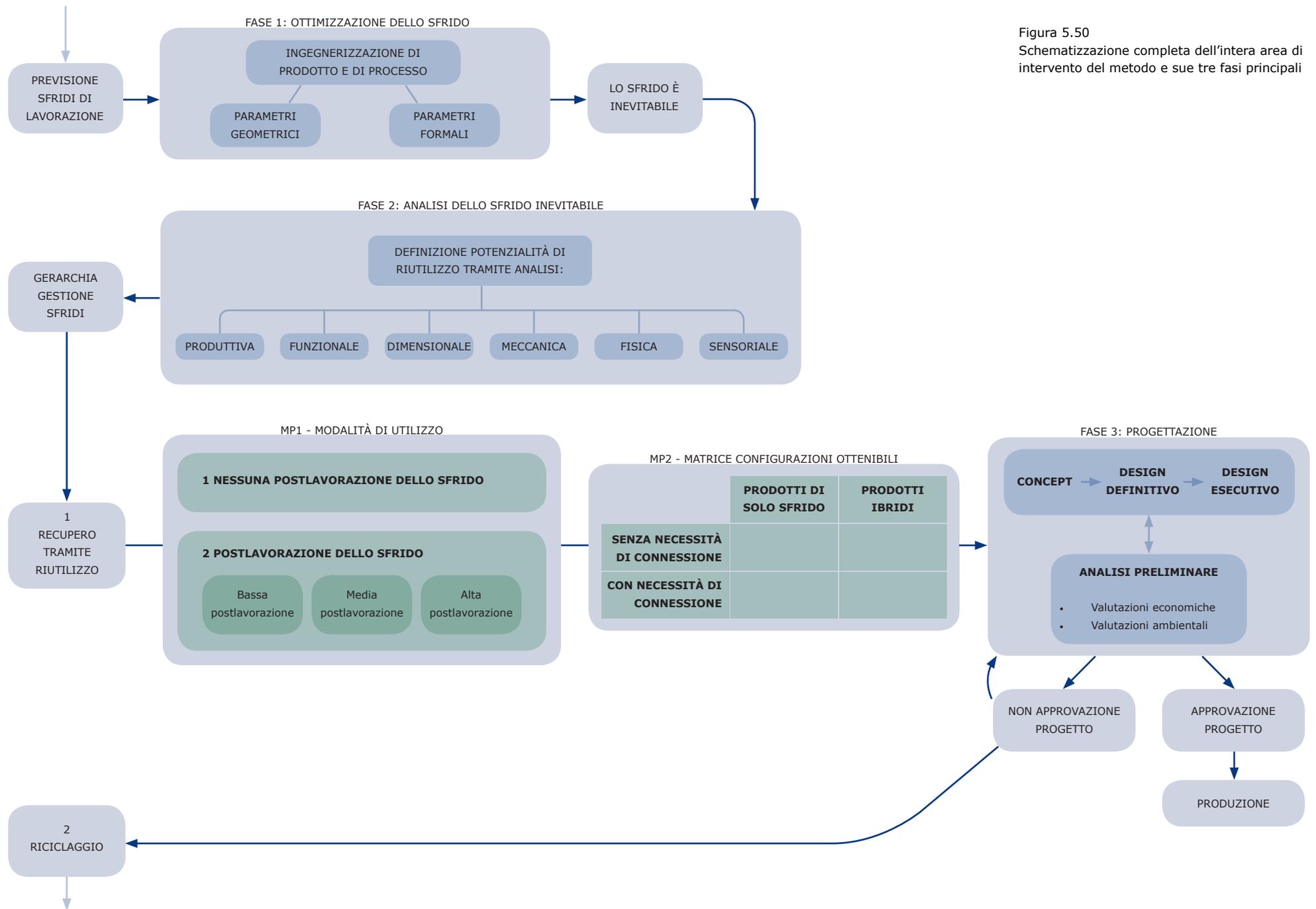


Figura 5.50 Schematizzazione completa dell'intera area di intervento del metodo e sue tre fasi principali

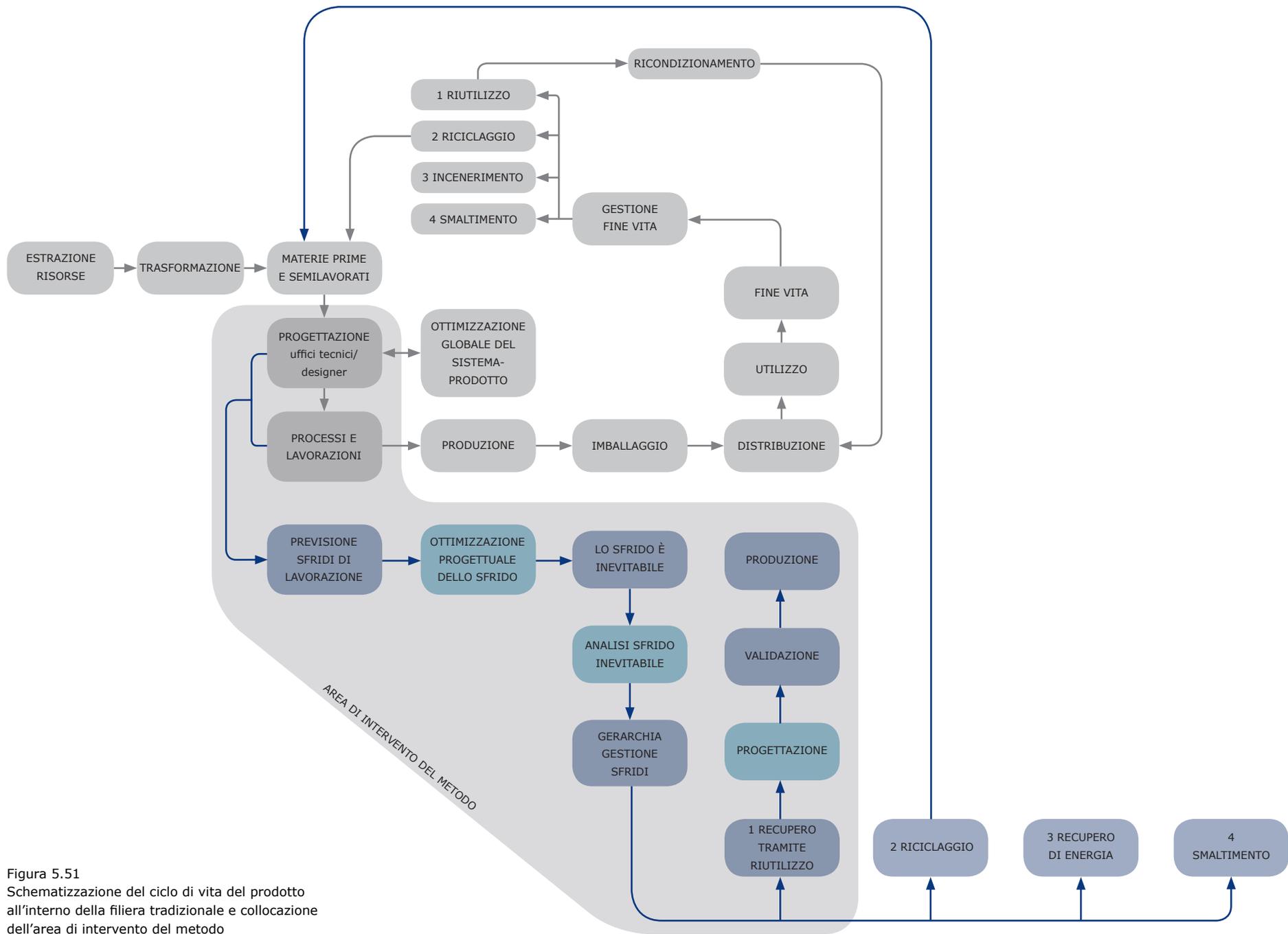


Figura 5.51
 Schematizzazione del ciclo di vita del prodotto
 all'interno della filiera tradizionale e collocazione
 dell'area di intervento del metodo

5.4 Conclusioni

L'obiettivo del capitolo è stato quello di presentare la collocazione all'interno del ciclo di vita del prodotto del *metodo di recupero tramite riutilizzo degli sfridi* e i vari passaggi che lo costituiscono. Sono stati illustrati i passaggi del ciclo di vita di un prodotto, dalla fase di estrazione di risorse e di materia prima fino alla fase di gestione del fine vita.

Per rendere chiaro l'ambito di intervento del metodo, sono state riproposte alcune *definizioni terminologiche* presentate nei capitoli precedenti, proponendo inoltre la fondamentale differenza tra *sfrido* e *scarto* e le figure centrali coinvolte nella loro determinazione relative alle fasi progettuali e produttive.

Per offrire un inquadramento visivo di quanto proposto a livello teorico, sono state presentate alcune tecnologie di lavorazione industriale e gli sfridi da esse derivati, dopodiché è stato presentato il fulcro della ricerca di tesi, ovvero il metodo vero e proprio. Inizialmente è stata definita la sua *collocazione* a partire dalla filiera tradizionale, per rendere chiaro il *momento operativo* in cui un progettista può applicarlo. Successivamente sono stati illustrati tutti i *passaggi procedurali* dell'area di intervento del metodo, le *tre fasi principali* di cui è costituito, le modalità in cui lo sfrido può essere utilizzato e le *configurazioni principali* di prodotto che possono essere ottenute.

Il **motivo centrale** della redazione del metodo, come già ribadito, è quello di fornire uno *strumento di supporto al progettista* per valutare la possibilità di sviluppare prodotti a partire da materiale di sfrido, attraverso i quali ottenere vantaggi dal punto di vista *economico* (per un'impresa) e *ambientale* (per la salute dell'uomo e del pianeta) rispetto alla realizzazione di prodotti paragonabili che prevedono l'utilizzo di materiale non di recupero e alla modalità di gestione del rifiuto adottata in azienda. Per conseguire questi risultati il ruolo del designer, figura a cui viene lanciata la sfida progettuale, diventa di centrale importanza: è infatti lui che, entrando in contatto con il settore produttivo/industriale, può avere, tramite un'attività di rielaborazione che tenga in considerazione aspetti di natura ingegneristica e creativa (sostanzialmente i due elementi principali che caratterizzano il disegno industriale), le idee per sviluppare oggetti a partire da materiale di sfrido. Questo è il presupposto di partenza del lavoro e il metodo non rappresenta altro che uno strumento di supporto nello sviluppo di questo processo.

Gli scenari futuri che potrebbero delinearsi sono difficile da prevedere, tuttavia

le possibilità formali e combinatorie risultano essere a mio avviso molto ampie, in quanto la vastità delle tecnologie implicate è tale da presupporre che possa esserci un reale interesse nel valutare se a partire da materiale di rifiuto come lo sfrido, comunemente accettato come un qualcosa di cui disfarsi secondo pratiche il meno impattanti possibile, possa essere ottenuta invece una risorsa in grado di offrire dei vantaggi sotto diversi aspetti.

L'intento del metodo è dunque quello di cercare di *offrire una nuova prospettiva* con la quale confrontarsi a livello progettuale con il materiale di rifiuto, al fine di valutare in maniera consapevole e ragionata se il suo riutilizzo nella definizione di prodotti comporti effettivamente dei potenziali vantaggi e se la modalità adottata per la sua gestione sia effettivamente la scelta più corretta oppure no.

6.

APPLICAZIONE DEL METODO

Introduzione

Nel capitolo precedente sono stati delineati i passaggi del metodo necessari a sviluppare delle idee progettuali a partire dagli sfridi prodotti in relazione ai processi industriali.

Vengono ora presentati alcuni casi studio relativi a diversi settori produttivi, in grado di fornire un esempio di come il metodo possa essere *applicato* a più scenari industriali e di come, a seconda delle realtà aziendali coinvolte, si ottengano volta per volta dei risultati diversi. Come definito nel precedente capitolo, l'applicazione del metodo consiste dunque in passaggi sequenziali quali:

- **contatto aziendale.** In questa fase preliminare il progettista entra in diretto contatto con la realtà dell'azienda; vedendo la tipologia di sfridi prodotti, può già effettuare delle iniziali valutazioni per definire quali potrebbero essere utilizzati a scopi progettuali e quali invece offrono scarse possibilità applicative.
- **applicazione del metodo.** Come descritto nel capitolo precedente, il metodo di recupero tramite riutilizzo degli sfridi consiste in 3 fasi principali. La *Fase 1 di Ottimizzazione dello sfrido* è legata strettamente al personale dell'ufficio tecnico aziendale e alla sua capacità di ridurre e ottimizzare i quantitativi di materiale residuale dei diversi processi produttivi. La *Fase 2 di Analisi dello sfrido inevitabile* invece (momento di intervento di un eventuale gruppo di lavoro esterno, come appunto uno studio di design) consiste nel rilievo dettagliato dello sfrido prodotto dall'azienda, in modo da poter delineare un quadro delle sue proprietà in termini produttivi, funzionali, dimensionali, meccanici, fisici e sensoriali. Dopo aver consultato le modalità di utilizzo dello sfrido (*momento preparatorio MP1*) e le configurazioni possibili dell'architettura di prodotto (*momento preparatorio MP2*), si può passare alla *Fase 3 di Progettazione con lo sfrido*, definendo un concept di progetto che, con il supporto di analisi economiche e di sostenibilità ambientale in grado di dimostrarne la validità in ambito industriale, possa essere sviluppato fino a determinare le specifiche del design esecutivo e quindi potenzialmente dare avvio alla fase di produzione.

Le realtà aziendali che hanno gentilmente collaborato nel fornire dati per l'applicazione del metodo fanno tutte parte del tessuto produttivo italiano; per ovvi motivi di riservatezza industriale i nomi delle società non saranno esplicitati e verrà indicato solo il loro generico settore produttivo di riferimento. L'eventuale mancanza di dati e informazioni è relativa alla non disponibilità da parte delle

aziende di diffondere materiale sensibile relativo alla loro produzione, aspetto tenuto in considerazione facendo riferimento a dati e informazioni esistenti in letteratura^{1,2}.

1 Cambridge Engineering Selector: www-g.eng.cam.ac.uk/125/now/ces.html (ultima conn. al sito: 12-01-2013)

2 Bralla J.G., 1998, Op. Cit.

6.1 Caso studio carpenteria metallica

Contatto aziendale

Il primo caso presentato è relativo a un'azienda che opera nel settore della *carpenteria metallica*, la cui produzione annuale di materiale di *rifiuto* (sfrido+scarto) corrisponde a circa l'*11% sul totale* del materiale in entrata, prevalentemente sotto forma di *semilavorati*.

Il rilievo in azienda ha portato a individuare *varie tipologie di sfrido metallico* diverse tra loro per processi produttivi di origine, quantitativi, masse e volumi coinvolti, caratteristiche formali e dimensionali. Tra questi, di particolare interesse (specialmente per i quantitativi prodotti) sono risultati i *tubolari di sfrido* derivati dal processo di *taglio automatico di un semilavorato standard* utilizzato dall'azienda per ottenere tre componenti che costituiscono il telaio di un loro prodotto.

Applicazione metodo

FASE 1 - OTTIMIZZAZIONE DELLO SFRIDO

Come detto, la **Fase 1 di Ottimizzazione dello sfrido** riguarda le figure adette alla fase di progettazione (in questo caso l'ufficio tecnico dell'azienda). La soluzione adottata a livello di ingegnerizzazione di prodotto e di processo relativa a questa fase è stata quella di intervenire sui **parametri geometrici**, *ottimizzando le dimensioni dei tre componenti del telaio in funzione delle dimensioni standard del semilavorato* da ordinare al fornitore. L'ordine infatti di un semilavorato dimensionato su misura (dunque non di lunghezza 6000mm) comporterebbe dei costi molto maggiori rispetto all'acquisto del lotto di dimensioni standard.

FASE 2 - ANALISI DELLO SFRIDO INEVITABILE

La fase operativa di applicazione del metodo in questo caso studio dunque inizia con la **Fase 2 di Analisi dello sfrido inevitabile** conseguenziale alla visita del reparto produttivo aziendale, attraverso la quale possono iniziare a essere definite le proprietà e le potenzialità insite nello sfrido:

- **Analisi produttiva.** Il materiale dello sfrido tubolare oggetto dell'analisi è un *acciaio a basso tenore di carbonio AISI 1020*. I tubolari di sfrido sono ottenuti dal *taglio effettuato con una troncatrice automatica* di un semilavorato di partenza di diametro 20mm (sp.1,5mm) e di lunghezza 6000mm. Ogni unità di sfrido pesa nominalmente 82g (un valore che oscilla in base alla dimensione da 49g a 115g, di cui 82g è la media), se ne producono 100'000 pz/anno per un quantitativo totale medio di 8,2 t/anno. L'azienda viene pagata per il materiale di scarto/sfrido circa 0,15 €/Kg, per cui dallo sfrido tubolare in questione ha un introito annuo di 1200 €.
- **Analisi funzionale.** La forma della singola unità di sfrido è *prismatica circolare*, con una *cavità interna* definita dalle dimensioni del semilavorato di partenza. La superficie esterna dello sfrido è liscia, ha uno strato di rivestimento di *olio protettivo* per prevenire la formazione di ruggine e si può notare un fascia scura lungo lo sviluppo lineare del componente che corrisponde al cordone di saldatura effettuato in fase di realizzazione del semilavorato per ottenere la forma prismatica circolare. Il semilavorato in questione infatti parte da coils laminati a freddo, che a grande velocità vengono profilati e curvati (in passaggi successivi fino a ottenere la forma tubolare), elettrosaldati e infine scordonati per ottenere una sezione perfettamente circolare. Il processo di scordonatura dunque evita irregolarità sulla superficie esterna del tubolare, lasciando solamente una traccia visiva che verrà successivamente coperta con eventuali trattamenti di finitura superficiale. Le due superfici alle estremità possono presentare delle bave e delle irregolarità da considerare nell'ottica di un'eventuale applicazione progettuale.
- **Analisi dimensionale.** Lo sfrido ha dunque diametro 20mm, spessore 1,5mm e lunghezza nominale 120mm. Un aspetto da approfondire è costituito dall'*intervallo dimensionale* con cui lo sfrido si presenta [Fig. 6.1]. Il semilavorato infatti che arriva in azienda è un tubolare da 6000mm con una tolleranza di +/-50mm, valore che deriva dai processi di lavorazione del coil

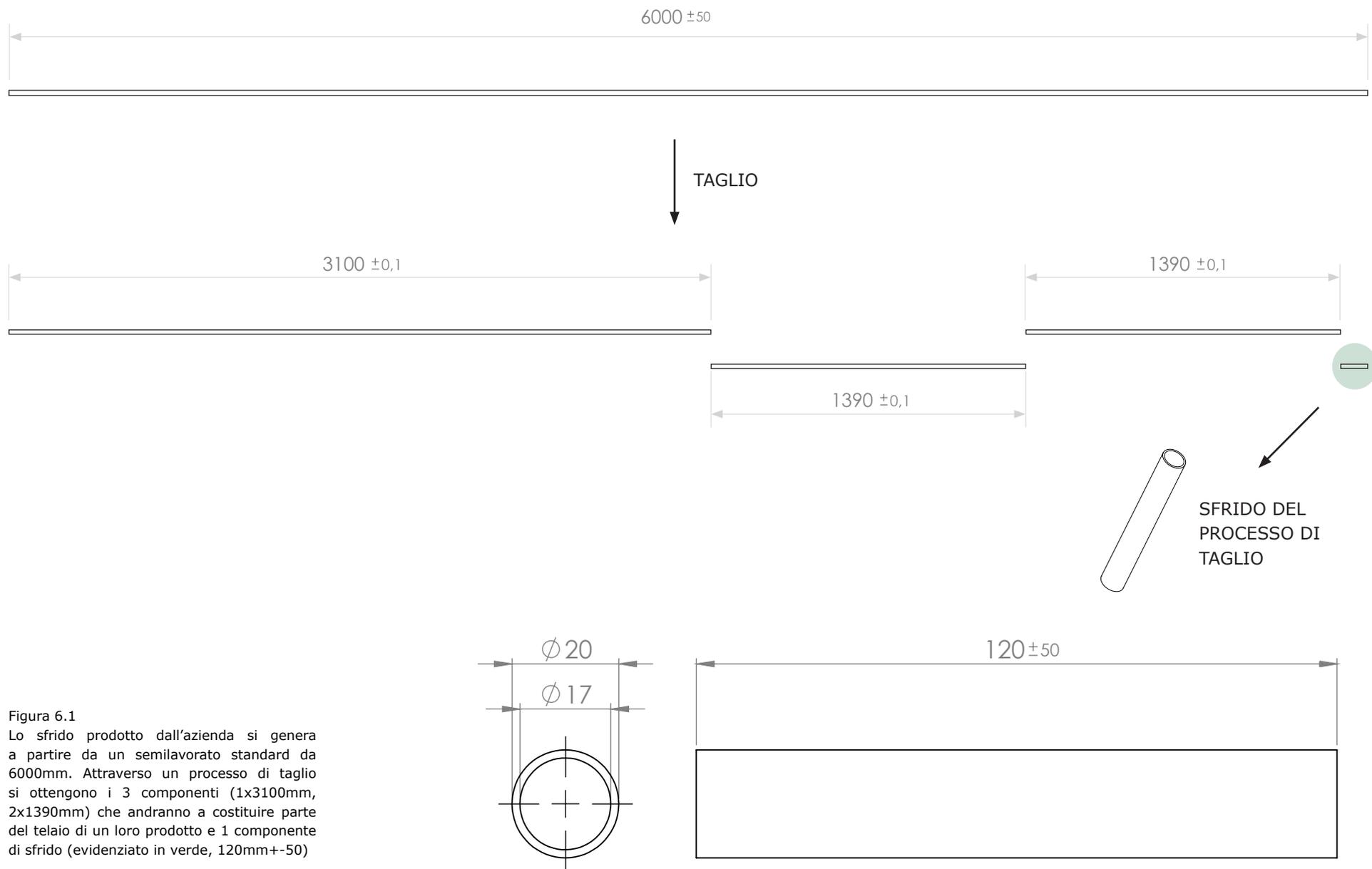


Figura 6.1

Lo sfrido prodotto dall'azienda si genera a partire da un semilavorato standard da 6000mm. Attraverso un processo di taglio si ottengono i 3 componenti (1x3100mm, 2x1390mm) che andranno a costituire parte del telaio di un loro prodotto e 1 componente di sfrido (evidenziato in verde, 120mm+-50)

laminato, profilato e tagliato ad alta velocità, non permettendo di ottenere precisioni maggiori. I lotti di tubolare standard che arrivano in azienda dunque variano in un range dimensionale da 5950mm a 6050mm. Sulla base delle specifiche di progetto, la somma delle lunghezze dei tre componenti del telaio è di 5880 (1x3100mm + 2x1390mm), ognuno dei quali ha una tolleranza di $\pm 0,1$ mm. Questo fa sì che lo sfrido generato dal processo di taglio del semilavorato standard sia di 120mm \pm 50, variando come dimensioni dunque da 70mm a 170mm a seconda del lotto del semilavorato che arriva in azienda. Questo è un aspetto da tenere in considerazione in ottica di un riutilizzo progettuale dello sfrido. La *sezione resistente* dello sfrido è una corona circolare di 87,135mm².

- **Analisi meccanica.** Vengono ora presentate alcune proprietà meccaniche relative al materiale dello sfrido. Il *modulo di Young* del materiale è di 210 GPa, ha limite elastico di 320 MPa, *resistenza a trazione* di 450 MPa e *resistenza a compressione* di 330 MPa. Dal punto di vista della *lavorabilità*, lo sfrido in questione può essere saldato, tagliato/tranciato, sgolato, forato, conificato e trattato con rivestimenti superficiali per prevenire la corrosione. Non è stata considerata come possibile operazione la curvatura/calandratu-
ra per via delle ridotte dimensioni del componente.
- **Analisi fisica.** Sono state analizzate alcune proprietà rilevanti del materiale dello sfrido, tra cui le sue proprietà termiche, elettriche, ottiche, di durabilità e ambientali. Dal punto di vista *termico*, il punto di fusione del materiale è circa a 1500°C, mentre ha una *temperatura di esercizio* che copre un range da - 50°C a 350°C (all'interno del quale sono garantite le prestazioni meccaniche del materiale), una *conducibilità termica* di 52 W/(m.°C) e un *coefficiente di espansione termica* di 12 μ strain/°C. Dal punto di vista delle proprietà elettriche, la sua *resistività* è di 17 μ ohm.cm, aspetto che lo rende un buon conduttore. Dal punto di vista *ottico* è totalmente opaco. Dal punto di vista della *durabilità*, il materiale è altamente soggetto a corrosione (specie in ambienti umidi, salini e acidi) se non opportunamente trattato con processi di rivestimento superficiale. Per quanto riguarda le *proprietà ambientali* invece, a livello generale l'acciaio è una risorsa non rinnovabile ma riciclabile. L'energia necessaria al suo riciclaggio (energia incorporata) è di 7,3 MJ/Kg, mentre le emissioni in atmosfera di CO₂ legate al riciclaggio sono di 0,6 Kg(di CO₂)/Kg(di acciaio riciclato).
- **Analisi sensoriale.** Dal punto di vista *tattile* il tubolare di sfrido si presenta

liscio, lucente, complessivamente di colore grigio chiaro eccetto che per il cordone di saldatura grigio scuro. Dal punto di vista *olfattivo* risente dell'olio protettivo che lo protegge dalla corrosione, diventando tuttavia inodore dopo eventuali trattamenti superficiali.

L'analisi delle caratteristiche rilevate dello sfrido oggetto del caso studio è schematizzato in Fig. 6.2.

DEFINIZIONE POTENZIALITÀ DI RIUTILIZZO TRAMITE ANALISI:

PRODUTTIVA	FUNZIONALE	DIMENSIONALE	MECCANICA	FISICA		SENSORIALE
MATERIALE Acciaio a basso tenore di carbonio AISI 1020	FORMA Prismatica circolare	INGOMBRI diam. 20mm (sp. 1,5mm) x 120mm	PROPRIETÀ MECCANICHE Modulo di Young 210 GPa Limite elastico 320 MPa Resistenza a trazione 450 MPa Resistenza a compressione 330 MPa	PROPRIETÀ TERMICHE Punto di fusione 1500°C T max/min esercizio 350°C -50°C Conducibilità termica 52 W/(m.°C) Coeff. esp. termica 12 µstrain/°C	DURABILITÀ Soggetto a corrosione se non protetto	ASPETTI TATTILI Liscio
PROCESSO DI ORIGINE Taglio	SUPERFICI E DETTAGLI Superficie esterna liscia, in evidenza il cordone di saldatura	INTERVALLO DIMENSIONALE L: 120(+50)mm, per cui L varia a seconda del lotto da 70mm a 170mm	LAVORABILITÀ Saldatura, Taglio/Tranciatura, Sgolatura, Foratura, Conifica, Trattamenti di finitura superficiale	PROPRIETÀ AMBIENTALI Risorsa non rinnovabile Riciclabile Energia incorporata per il riciclaggio 7,3 MJ/Kg CO ₂ emessa per il riciclaggio 0,6 Kg/Kg	ASPETTI VISIVI Lucente, grigio chiaro	ASPETTI OLFATTIVI Inodore
QUANTITATIVI PRODOTTI Unità: 49-115g, peso medio 82g 100'000 pz/anno produzione media totale: 8,2 t/anno	CAVITÀ Cavità interna definita da dimensioni tubolare	SEZIONE RESISTENTE 87,135 mm ²		PROPRIETÀ ELETTRICHE Resistività elettrica 17 µohm.cm		
MODALITÀ DI GESTIONE Vendita (0,15€/Kg)	BORDI ED ESTREMITÀ Facce di taglio leggermente irregolari			PROPRIETÀ OTTICHE Opaco		

Figura 6.2
 Analisi dello sfrido inevitabile oggetto dell'applicazione del metodo

FASE 3 - PROGETTAZIONE CON LO SFRIDO

L'applicazione del metodo progettuale prosegue con la consultazione dei momenti preparatori MP1 e MP2.

Il **momento preparatorio MP1** aiuta a individuare le modalità di utilizzo dello sfrido. In questo caso specifico, la soluzione più valida per un eventuale sviluppo progettuale è facilmente riconducibile all'*opzione 2 (postlavorazione dello sfrido)*, in quanto un riutilizzo dello sfrido senza alcun tipo di intervento su di esso non è attuabile. Per riutilizzare questa tipologia di sfrido in un'eventuale applicazione progettuale sono inevitabili degli *interventi di postlavorazione* che ne modificheranno le proprietà fisiche e formali.

Il **momento preparatorio MP2** invece serve a organizzare le idee progettuali, definendo attraverso una matrice 2x2 le possibili configurazioni ottenibili dell'architettura di prodotto. Anche in questo caso si può presupporre che un'eventuale riutilizzo dello sfrido tubolare in questione dia origine a un *prodotto ibrido* (quindi costituito da componenti di sfrido e componenti di nuova progettazione) con *necessità di connessione* tra loro dei componenti.

La **fase di progettazione** vera e propria dunque inizia con l'ideazione di uno o più *concept di progetto* in grado di presentare configurazioni architettoniche di prodotto con *caratteristiche similari* o comunque paragonabili ad altri prodotti della stessa tipologia *presenti in commercio*, andando dunque a soddisfare una precisa *richiesta di mercato*, conferendo così validità e senso a livello industriale al proseguimento dello sviluppo del progetto.

La specifica tipologia di sfridi metallici di questo caso studio ha portato a sviluppare diversi concept progettuali sulla base delle considerazioni effettuate nella Fase 2 di Analisi dello sfrido inevitabile, come visibile in Fig. 6.3. Già da queste prime ipotesi (un portapenne, un fermalibri, un appendiabiti e un giunto, ma potrebbero essere molti altri ancora) è possibile intuire come le soluzioni che possono scaturire dalla stessa tipologia di sfrido siano *potenzialmente molto diverse tra loro* in termini di tipologia di prodotto e di configurazioni formali ottenibili. Emerge anche del resto come la complessità dei prodotti ideati sia piuttosto bassa, aspetto che deriva dai vincoli operativi e dalle possibilità di intervento determinate da componenti di sfrido con caratteristiche fisiche e formali date. Come ricordato nel capitolo precedente, l'applicazione del metodo consiste non nello sviluppo di un progetto che utilizza materia prima e semilavorati nuovi, ma nell'ideazione di prodotti basati sul riuso di sfridi che presentano caratteristiche definite e parzialmente vincolanti.

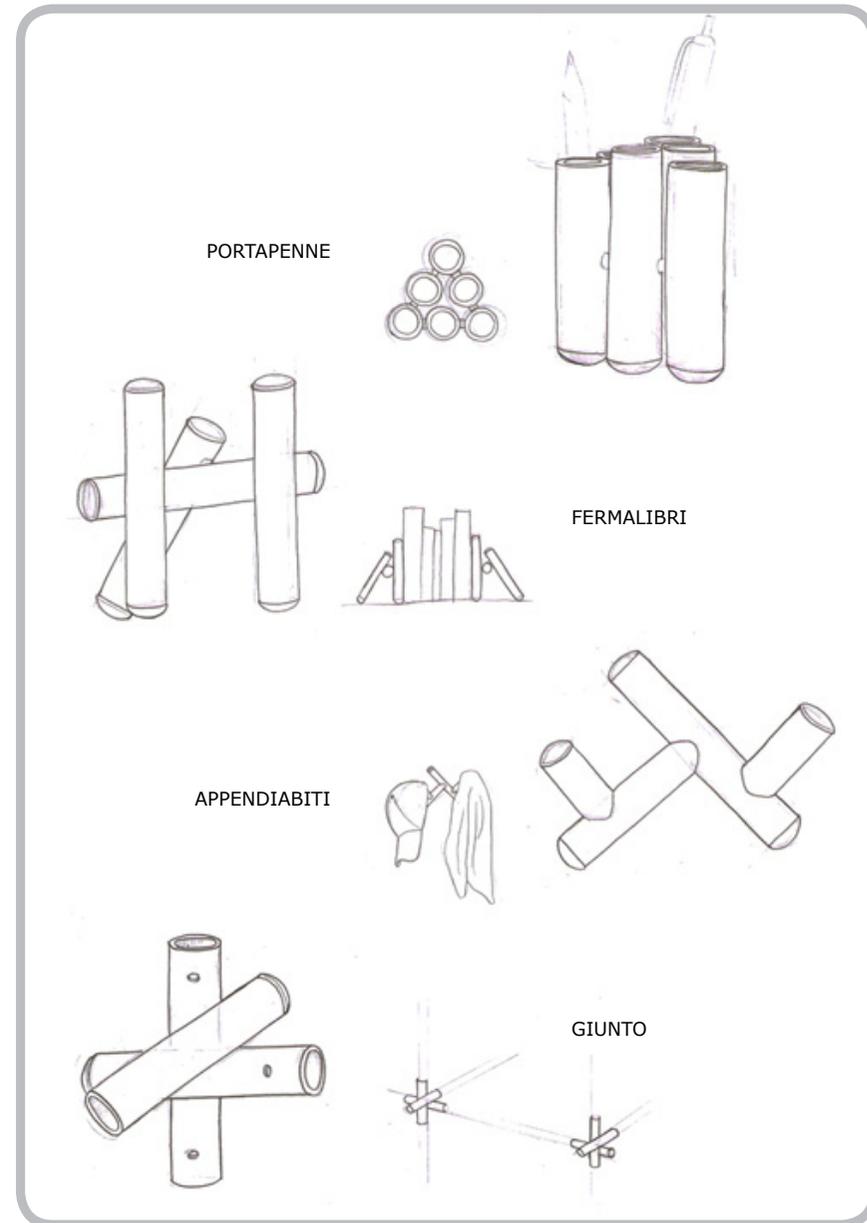


Figura 6.3
Proposte di concept che sfruttano lo sfrido tubolare derivato dal processo di taglio del semilavorato

Tra i vari concept progettuali ipotizzati si è scelto di approfondire la terza soluzione relativa all'**appendiabiti**. È importante ribadire che il progetto presentato è di carattere esemplificativo e viene proposto non tanto come una soluzione innovativa relativa all'oggetto in sé (l'appendiabiti), quanto piuttosto come *modalità applicativa del metodo* e per fornire una dimostrazione di come possano essere effettuate delle considerazioni di carattere *economico e ambientale* in grado di definirne la *validità e il senso* in una dimensione produttiva di tipo industriale.

Per ideare il concept dell'appendiabiti sono state sfruttate le caratteristiche evidenziate nella fase 2 di Analisi dello sfrido: gli sfridi tubolari oggetto dell'applicazione del metodo possono essere considerati come delle *aste* di ridotte dimensioni che, grazie a una corretta angolazione rispetto al piano della parete possono rispondere alla *funzione di gancio* e sorreggere così i vestiti. Per dimostrare come a partire dallo stesso materiale di sfrido possano emergere dei risultati differenti dal punto di vista economico e ambientale sono state ideate e sono presentate in Fig. 6.4 due versioni della stessa idea di progetto relativi-

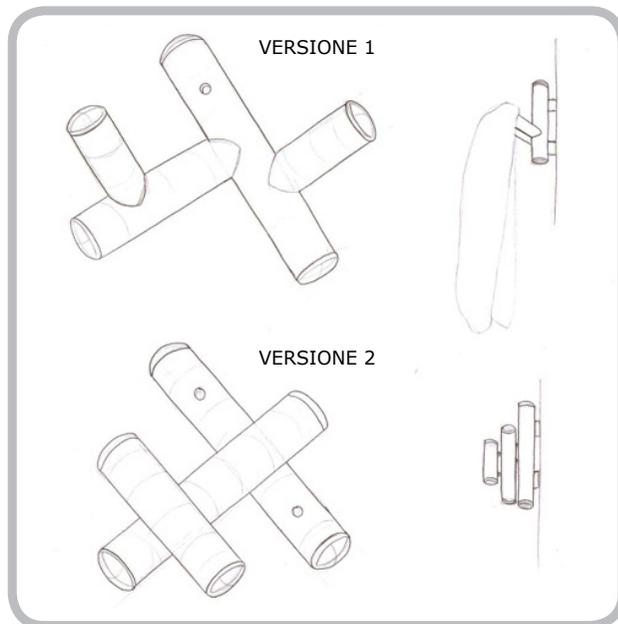


Figura 6.4
Due declinazioni possibili del concept di progetto basate sulla stessa logica compositiva

va all'appendiabiti. Effettuando una semplice ricerca di mercato sono emerse diverse tipologie di *prodotti che presentano caratteristiche similari* ai concept in questione in termini formali, geometrici e funzionali, come evidenziato in Fig. 6.5.

Prima tuttavia di continuare a sviluppare il progetto, è importante dunque valutare le risposte del concept alle *tre domande preliminari*:

- *Che funzione svolge il prodotto?* sorreggere dei vestiti attraverso dei ganci orientati e angolati rispetto al muro in modo da non lasciar scivolare il tessuto verso terra
- *Esistono in commercio prodotti con caratteristiche simili e comparabili?* Sì
- *Ha senso a livello industriale secondo una primaria valutazione sviluppare il progetto riutilizzando gli sfridi?* Sì, da verificare con valutazioni economiche e ambientali

Una volta che viene approvata la validità del progetto sulla base di queste tre

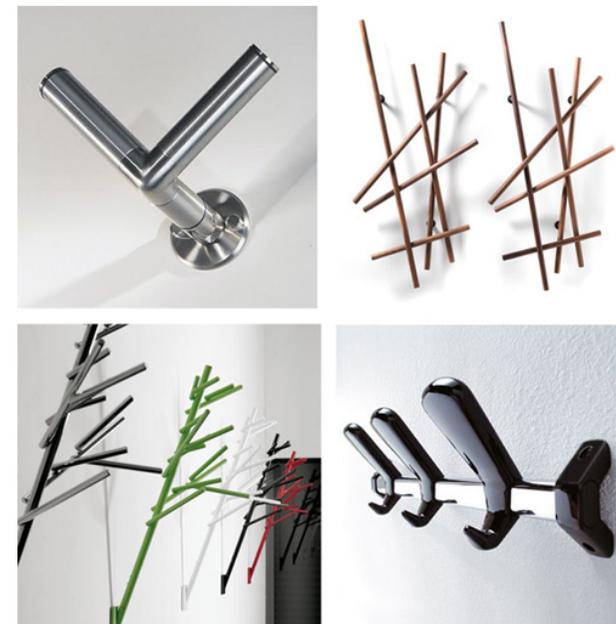


Figura 6.5
Esempi di appendiabiti a parete con caratteristiche paragonabili alla proposta di concept progettuale

considerazioni di carattere preliminare, si può proseguire nello sviluppo del progetto secondo i passaggi consecutivi di concept, di design definitivo e di design esecutivo, al fine di delineare le specifiche di progetto.

Nel momento in cui il progetto inizia ad assumere la sua connotazione definitiva, il metodo prevede di sviluppare in parallelo delle considerazioni di natura economica e ambientale al fine di determinare l'effettiva validità del progetto e capire se una sua eventuale messa in produzione possa presentare aspetti vantaggiosi. Va ribadito nuovamente che le soluzioni presentate e analizzate fungono esclusivamente da esempio applicativo del metodo.

VERSIONE 1 APPENDIABILI

CORPO PRINCIPALE METALLICO VERSIONE 1 OTTENUTO CON GLI SFRIDI

In Fig.6.6 viene illustrato il dettaglio dei *singoli componenti* che costituiscono l'appendiabiti (versione 1) e gli *ingombri principali del prodotto*, mentre in Fig.6.7 sono proposti dei render del prodotto finito e fissato alla parete. Esso è dunque costituito complessivamente da componenti nuovi e componenti ottenuti da sfrido tubolare postlavorato, ottenendo dunque un *prodotto ibrido con necessità di connessione* come previsto in precedenza nei momenti preparatori MP1 e MP2.

I *componenti nuovi* sono costituiti da:

- 2 tasselli commerciali in grado di assicurare il prodotto alla parete tramite due viti autofilettanti a testa svasata (ISO 7050)
- 2 distanziali commerciali in materiale polimerico
- 5 tappi commerciali in materiale polimerico

I *componenti ottenuti dal riutilizzo del materiale di sfrido* oggetto del caso studio sono costituiti invece da:

- 1 asta primaria di dimensioni 140mm(+0,1) ottenibile tramite taglio e foratura con stampo in pressa idraulica
- 1 asta secondaria di dimensioni 100mm(+0,1) ottenibile tramite taglio e sgolatura con stampo in pressa idraulica
- 2 aste che fungono da gancio di dimensioni 60mm(+0,1) ottenibili tramite taglio e sgolatura con stampo in pressa idraulica

Un aspetto fondamentale che necessita di approfondimento è costituito dalle dimensioni dei componenti. Come detto in precedenza, l'intervallo di tolleranza con cui si presentano i componenti di sfrido è di ± 50 mm, ciò significa che in base alle dimensioni dei semilavorati che vengono di volta in volta utilizzati in azienda gli sfridi che si otterranno dal processo di taglio variano da 70 mm a 170 mm.

Questo aspetto è stato sfruttato a livello progettuale, in quanto lo sfrido che costituirà l'*asta primaria*, per rendere possibile il taglio e la foratura con stampo in pressa, deve avere una dimensione nominale di 145 mm, con una tolleranza in mm di $\pm 25 -0,1$ al fine di poter inserire il pezzo nello stampo, trovare il riscontro

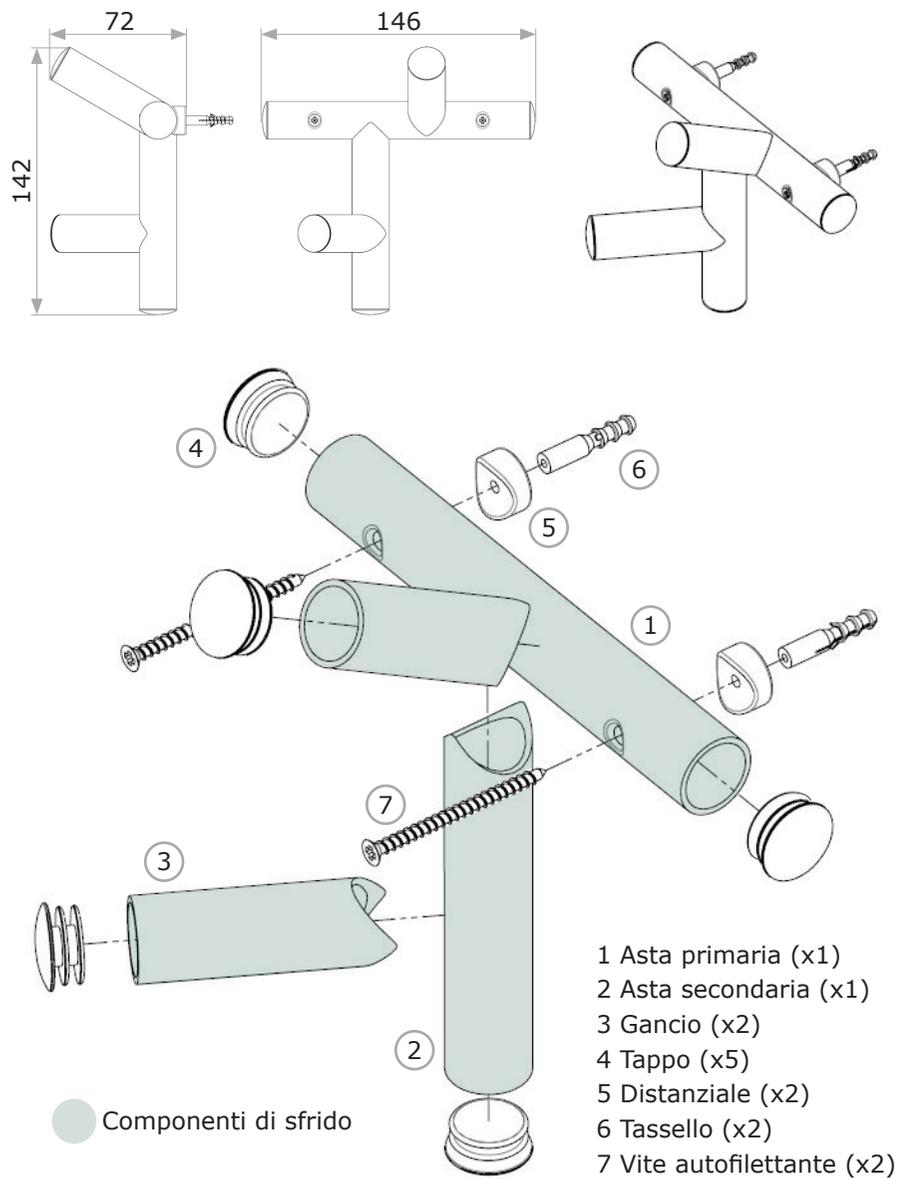


Figura 6.6
Ingombri di massima del prodotto, distinta base e modalità di connessione dei componenti

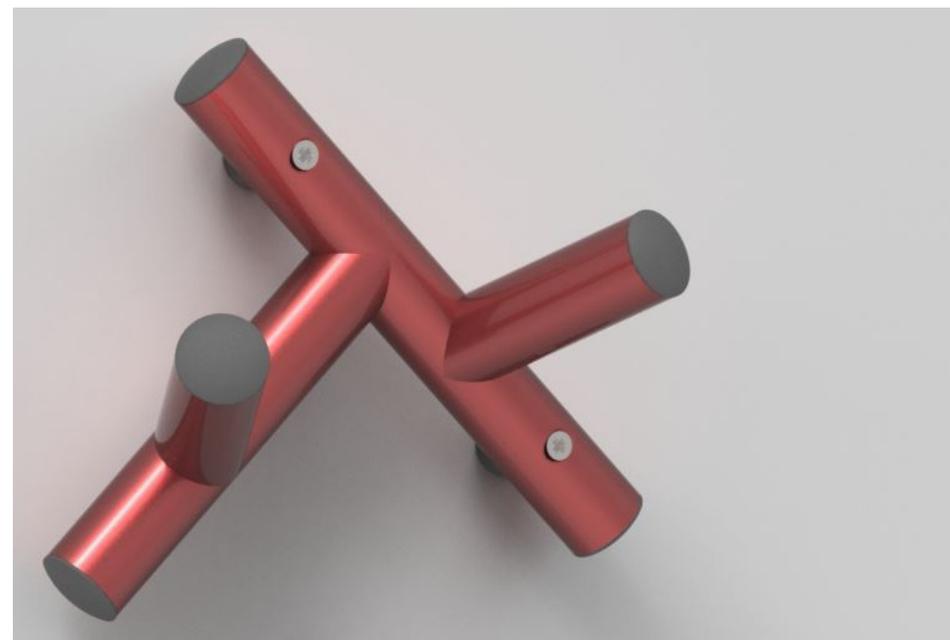
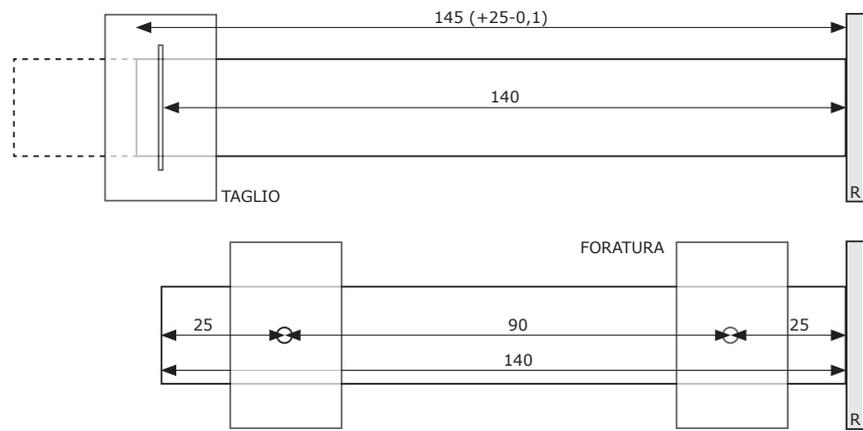
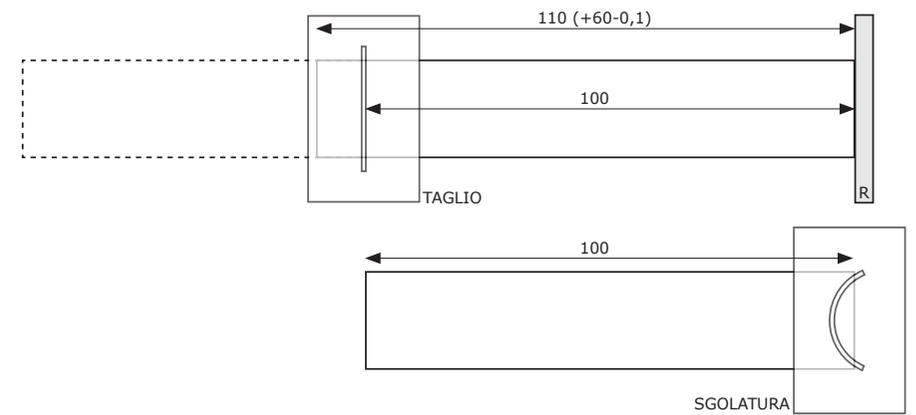


Figura 6.7
Render del prodotto finito e installato a parete

ASTA PRIMARIA



ASTA SECONDARIA



GANCIO (X2)

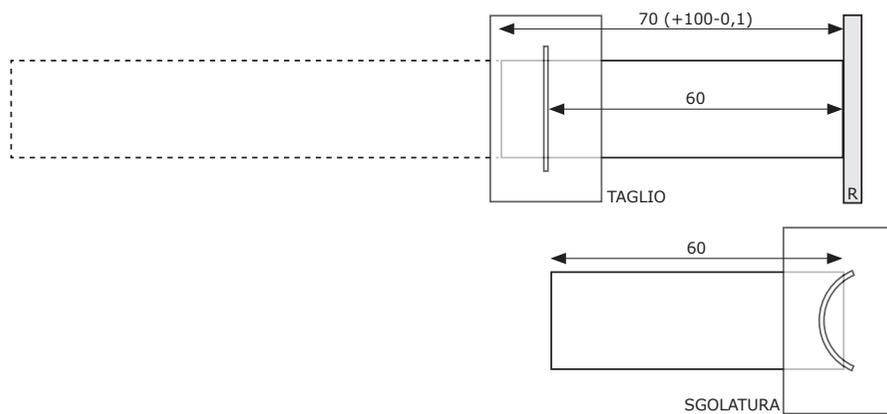


Figura 6.8
Processi di taglio, foratura e sgolatura dei tubolari di sfido da introdurre in pressa singolarmente da parte dell'operatore

su un lato del tubolare e ottenere tramite *1 colpo di taglio* e successivamente *1 di foratura* il componente finito di dimensioni 140 mm (+-0,1).

Stesso discorso vale per l'*asta secondaria*, in quanto le dimensioni nominali del pezzo da inserire in stampo per effettuare il taglio e la sgolatura del tubolare devono essere di 110 mm(+60-0,1) e ottenere attraverso *1 colpo di taglio e 1 di sgolatura in pressa* il pezzo finito di 100 mm(+0,1). La selezione dei singoli pezzi da inserire in pressa deve essere effettuata dall'operatore, ma essendo l'intervallo di tolleranza piuttosto ampio, non costituisce una complicazione eccessiva a livello di tempistiche produttive.

Per quanto riguarda il tubolare che costituisce il *gancio*, sono state definite delle dimensioni nominali del pezzo finito (60mm +-0,1) in modo tale da *evitare la selezione preliminare dello sfrido*, in quanto qualsiasi pezzo derivato dal processo iniziale di taglio (la dimensione minima è di 70mm) può essere inserito nello stampo e ottenere attraverso 1 colpo di taglio e 1 di sgolatura in pressa il componente finito.

Un riepilogo grafico dei passaggi necessari a ottenere i componenti metallici finiti da collegare tra loro per ottenere il corpo principale dell'appendiabiti è schematizzato in Fig. 6.8.

Nel momento in cui si ottengono i quattro componenti che costituiscono il corpo metallico principale dell'appendiabiti, vanno *rimosse le bave dalle estremità* di ogni componente con una mola da banco, per poi passare alla fase di preparazione dei tubolari da connettere mediante brasatura.

Si è scelto di utilizzare la *brasatura* per via dei *carichi di sforzo non eccessivi* richiesti ai componenti, per una questione di *riduzione delle tempistiche* produttive rispetto ad altri processi di saldatura, per motivi di natura *estetica* (il metallo d'apporto della brasatura una volta ultimato il pezzo è poco evidente) e soprattutto per esigenze geometriche determinate dalla connessione dei componenti tubolari con i bordi sgolati: sfruttando il principio di capillarità, nel processo di brasatura non viene fuso il metallo dei componenti da saldare, ma solo il metallo d'apporto (leghe con T di fusione di oltre 450°C), che si inserisce negli spazi vuoti presenti tra la superficie curva e il bordo sgolato, ottenendo così una connessione solida in tempi relativamente ridotti.

Una volta completato il processo di brasatura, il corpo principale dell'appendiabiti è finito. L'acciaio tuttavia è soggetto a corrosione nel tempo se non protetto adeguatamente. Come *rivestimento superficiale* per il corpo principale dell'appendiabiti, sfruttando le proprietà di polarizzabilità elettrica del metallo si è

scelto di utilizzare una *verniciatura a polveri*, processo che molto sinteticamente consiste nel depositare particelle polimeriche caricate elettrostaticamente sulla superficie del componente metallico (precedentemente sgrassato), particelle che vengono successivamente polimerizzate in un forno di cottura e ottenere così lo strato superficiale di protezione. Le motivazioni della scelta di tale processo sono di natura *estetica*, in quanto il risultato ottenibile del prodotto finito è molto valido (può essere ottenuta praticamente l'intera gamma di colorazioni RAL) e per *l'efficienza in termini economici* del processo, in quanto i costi di impianto sono medi e in più durante la fase di verniciatura, grazie a degli aspiratori in grado di recuperare e mettere in ricircolo la vernice che non ha aderito al componente, può essere utilizzato il 99% in peso della polvere polimerica introdotta nelle cabine. Dal punto di vista *ambientale* inoltre la verniciatura a polveri è un processo vantaggioso, in quanto non vengono utilizzati solventi e grazie al recupero della polvere tramite gli aspiratori vengono rilasciati in aria quantitativi trascurabili di VOC (Volatile Organic Compounds).

Una volta effettuata la verniciatura a polveri del corpo principale in metallo dell'appendiabiti, la successiva fase produttiva consiste nella connessione tramite *incastro a interferenza* dei tappi polimerici nelle estremità aperte dei tubolari per ragioni sostanzialmente di natura estetica. A questo livello il prodotto è completo e pronto per la fase di imballaggio e spedizione insieme ai tasselli e ai distanziali. Il prodotto è stato ideato in ottica Design for Disassembly in modo tale da consentire una semplice *separazione dei singoli componenti* in base ai materiali e permetterne il recupero a fine vita.

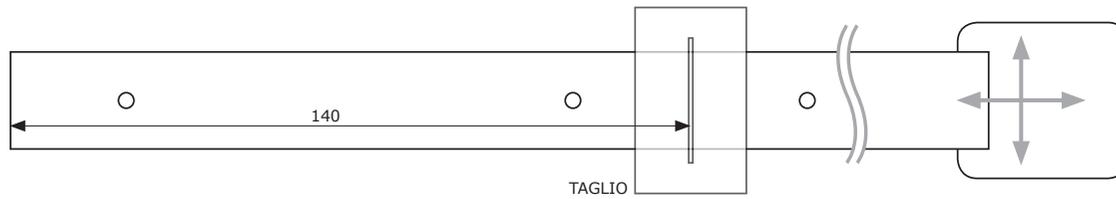
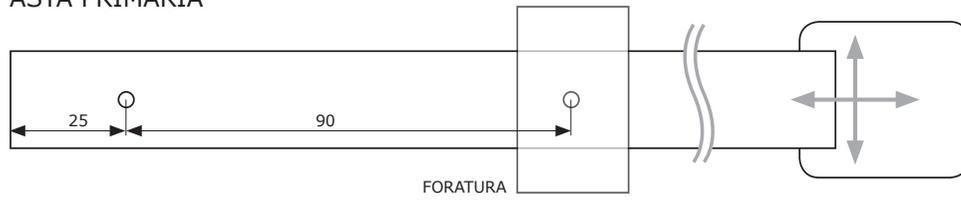
A questo livello dunque l'architettura di prodotto della versione 1 dell'appendiabiti è stata definita con precisione. Per valutare l'effettiva validità dell'operazione di riutilizzo degli sfridi e approvare così il progetto il metodo prevede di effettuare delle valutazioni di tipo economico e ambientale.

CORPO PRINCIPALE METALLICO VERSIONE 1 OTTENUTO CON METODO PRODUTTIVO TRADIZIONALE

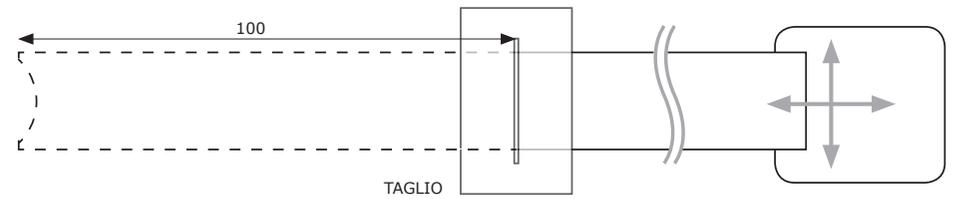
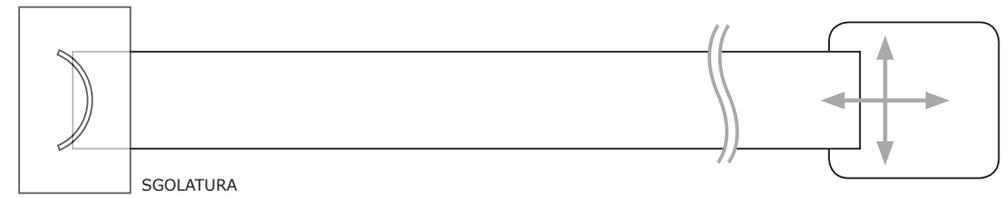
Per poter effettuare delle valutazioni di carattere economico e ambientale è necessario, come detto in precedenza, *paragonare il prodotto ottenuto con gli sfridi con lo stesso prodotto considerato come se fosse prodotto con materie prime o semilavorati nuovi* (o comunque non derivati da materiale residuo di altre lavorazioni).

Nel caso del corpo metallico dell'appendiabiti (cioè ciò che ci interessa valutare

ASTA PRIMARIA



ASTA SECONDARIA



GANCIO (X2)

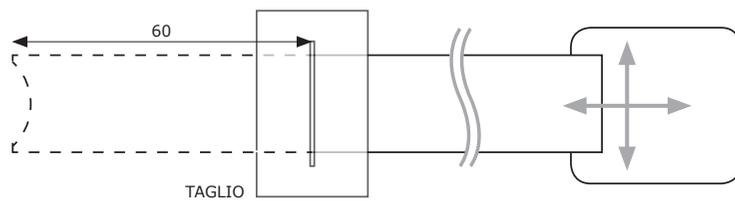
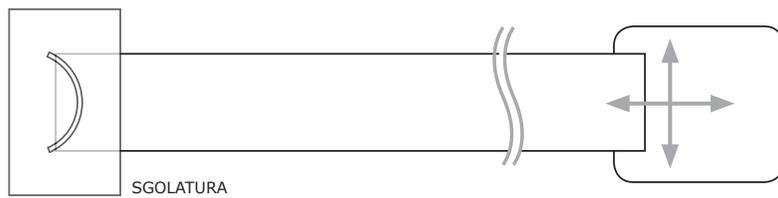


Figura 6.9
Processi di taglio, foratura e sgolatura dei semilavorati nuovi a più alto grado di automazione (con conseguente aumento del ritmo produttivo orario)

ai fini del metodo) in questione questo aspetto è importante in quanto, mentre nel caso precedente l'operatore per effettuare le postlavorazioni necessarie ad ottenere i singoli componenti come da specifiche di progetto dovrebbe *manipolare singolarmente i tubolari di sfrido*, nel caso di una produzione a partire da semilavorati nuovi il grado di automazione aumenterebbe di molto, in quanto le operazioni di foratura, taglio e sgolatura verrebbero velocizzate grazie a una slitta affiancata alla pressa che permette di muovere su due assi il semilavorato (e farlo ruotare di 180° rispetto al suo asse longitudinale) progressivamente sotto gli stampi e aumentare così notevolmente il *ritmo produttivo orario* rispetto alla modalità operativa con gli sfridi precedentemente descritta.

Questa considerazione, sebbene di rilevanza, rappresenta l'*unico momento produttivo differente* rispetto al prodotto ottenuto con gli sfridi. Le operazioni di sbavatura, di connessione mediante brasatura, la fase di verniciatura a polvere e il successivo assemblaggio con i restanti componenti rimangono invariate per le due configurazioni. In Fig. 6.9 vengono schematizzate le sequenze procedurali da effettuare secondo la modalità produttiva tradizionale per la realizzazione dei singoli componenti necessari all'ottenimento del corpo principale metallico dell'appendiabiti.

VALUTAZIONI ECONOMICHE VERSIONE 1 APPENDIABITI

Come detto in precedenza, il senso di questo esempio applicativo è quello di mostrare l'applicazione dei passaggi del metodo da effettuare per sviluppare e valutare un progetto a partire dal riutilizzo di materiale di sfrido.

Per le **valutazioni economiche** si è dunque scelto di *comparare i passaggi produttivi* necessari alla realizzazione del corpo principale metallico dell'appendiabiti (*versione 1*) ottenuto con gli sfridi con lo stesso corpo principale se fosse prodotto utilizzando semilavorati nuovi o comunque materiale non di sfrido. Non si effettueranno considerazioni economiche dunque sugli altri componenti del progetto come i tappi, i distanziali, i tasselli e le viti o altre fasi come l'assemblaggio in quanto *marginali* rispetto al fulcro centrale dell'applicazione progettuale costituito da considerazioni inerenti esclusivamente al riutilizzo del materiale di sfrido, quindi al corpo centrale metallico dell'appendiabiti. Per determinare il costo produttivo del corpo metallico dell'appendiabiti si è scelto di adottare il modello di costo [Fig.6.10] proposto da Michael Ashby³, che defini-

$$C_{\text{tot}} = C1 + C2 + C3 + C4$$

$$C1 = m * C_m / (1-f)$$

m: massa del materiale (Kg)
 C_m : costo unitario del materiale (€/Kg)
 f: percentuale di scarto/sfrido

$$C2 = C_t / n * [\text{Int} (n/n_t + 0,51)]$$

C_t : costo degli utensili e dell'attrezzatura (€)
 n: dimensione numerica del lotto produttivo (pezzi)
 n_t : numero dei pezzi producibili con un utensile (pezzi)
 Int: funzione numero intero

$$C3 = 1/\dot{n} * (C_c / (L * t_{wo}))$$

C_c : costo capitale del macchinario (€)
 \dot{n} : ritmo produttivo orario (pezzi/h)
 L: fattore di carico
 t_{wo} : tempo di ammortamento (h)

$$C4 = \dot{C}_{oh} / \dot{n}$$

\dot{C}_{oh} : costi indiretti sull'unità di tempo (€/h)
 \dot{n} : ritmo produttivo orario (pezzi/h)

Figura 6.10
 Modello di costo produttivo di Ashby

3 Ashby M., Shercliff H., Cebon D., 2009, Op. Cit.

sce il costo complessivo C_{tot} di un componente (in questo caso si è considerato complessivamente il corpo principale dell'appendiabiti) come la somma di 4 parametri:

C_1 = costo della materia prima (€)

C_2 = costi dedicati (stampi, utensili, attrezzature) (€)

C_3 = costo dei macchinari (€)

C_4 = costi operativi (manodopera ed energia) (€)

I dati inseriti nel modello di costo sono stati reperiti e determinati grazie alla collaborazione dell'azienda produttrice degli sfridi oggetto del caso studio in questione.

Nelle tabelle di Fig. 6.11a e 6.11b vengono illustrati i *costi complessivi del pezzo unitario e delle singole voci di costo* relative alla produzione di 1 corpo metallico dell'appendiabiti (versione 1) ottenuto con gli sfridi tubolari e dello stesso pezzo se fosse prodotto con semilavorati nuovi secondo il metodo produttivo tradizionale.

C1 Appendiabiti ottenuto con sfridi: per quanto riguarda C_1 , il costo del materiale (0,23 Kg di acciaio), in quanto derivato da sfridi, può essere considerato come nullo. Tuttavia l'azienda viene pagata per lo smaltimento dell'acciaio 0,15€/Kg, per cui a C_1 va aggiunto (considerandolo dunque come un costo) il valore monetario della rivendita dei 0,23Kg di sfrido. Il valore finale di C_1 è di 0,03€.

C1 Appendiabiti ottenuto con metodo produttivo tradizionale: il costo del semilavorato invece in questo caso va ovviamente considerato (l'azienda paga per questo specifico semilavorato 0,8€/Kg) e l'introito derivato dalla rivendita degli 0,23Kg di sfrido a differenza di primo va sottratto a C_1 . Il valore finale di C_1 è di 0,20€.

C2 Appendiabiti ottenuto con sfridi: per i costi dedicati sono stati considerati gli stampi da inserire in pressa, matrici e punzoni di taglio, foratura e sgolatura per un volume produttivo annuo di 4000 pezzi. Gli stampi e le matrici hanno durate differenti prima di dover essere cambiati, aspetto che è stato tenuto in considerazione calcolando due C_t separate (C_{t1} e C_{t2}), e dunque due C_2 che vanno sommati andando a determinare come C_2 complessivo 0,71€ di costi dedicati.

C2 Appendiabiti ottenuto con metodo produttivo tradizionale: i costi dedicati sono indipendenti dal ritmo produttivo orario, per cui il valore risultante è lo

stesso che nel caso precedente (0,71€).

C3 Appendiabiti ottenuto con sfridi: sul costo dei macchinari va a incidere il ritmo produttivo orario \dot{n} , determinato dal tempo necessario a compiere tutte le singole lavorazioni che permettono di ottenere il corpo metallico finito. La manipolazione dei singoli elementi di sfrido su cui effettuare le operazioni di taglio, foratura e sgolatura implica un tempo maggiore rispetto al caso in cui venissero effettuate in maniera automatizzata a partire da semilavorati nuovi. Questo aspetto va a incidere notevolmente sul ritmo produttivo orario \dot{n} , che risulta essere di 16 pz/h. Considerando un ammortamento del costo complessivo di macchinari e impianti in 5 anni, C_3 in questo caso risulta essere di 1,46 €.

C3 Appendiabiti ottenuto con metodo produttivo tradizionale: In questo caso invece il ritmo produttivo orario aumenta notevolmente, in quanto le operazioni di taglio, foratura e sgolatura possono essere velocizzate notevolmente (è stato considerato un fattore 5) grazie a una maggiore automazione delle macchine (anche a fronte di un costo da ammortare maggiore). Con il metodo produttivo di tipo tradizionale si otterrebbe un \dot{n} di 19 pz/h e un C_3 consequenziale di 1,35€.

C4 Appendiabiti ottenuto con sfridi: Anche dal punto di vista dei costi della manodopera e dell'energia \dot{n} va a incidere in maniera sostanziale, per cui per un ritmo produttivo orario di 16pz/h si ottiene un C_4 di 3,16€.

C4 Appendiabiti ottenuto con metodo produttivo tradizionale: In questo caso invece, con un ritmo produttivo orario di 19 pz/h, a parità di consumi energetici e di costo della manodopera, il C_4 risultante è di 2,56€.

La somma delle singole voci di costo permette di stabilire il **costo unitario del corpo metallico dell'appendiabiti**, corrispondente nel caso del riutilizzo degli sfridi a 5,37€, mentre **con il metodo produttivo tradizionale** il costo è di 4,81€.

Va ricordato ancora una volta che il senso dell'operazione progettuale consiste nel valutare se il riutilizzo del materiale di sfrido comporti un vantaggio a livello economico per l'azienda.

Dai risultati emersi e come evidenziato nell'istogramma di Fig. 6.12, dal punto di vista del costo della materia prima (C_1) per questa particolare applicazione progettuale la situazione risulta favorevole nel caso vengano riutilizzati gli sfridi tubolari rispetto a utilizzare semilavorati nuovi.

Dal punto di vista dei costi dedicati la situazione è indifferente, in quanto servono gli stessi utensili e le stesse attrezzature in entrambe le modalità operative.

CORPO METALLICO APPENDIABITI (VERSIONE 1)
OTTENUTO CON TUBOLARI DI SFRIDO



C1 costo materia prima (€)	0,03
massa (kg)	0,23
Cm (costo unitario) (€/Kg)	0
f (perc di scarto/sfrido) (0,x)	0,2
Sfrido rivenduto al rottamatore (€)	0,03

Nota: qui sfrido rivenduto (€) viene aggiunto a C1

C2 costi dedicati (€)	0,71
Ct1 (costi dedicati utensili, attrezzature) (€)	12000
stampo per alloggiamento matrici (€)	6000
n (volume produttivo lotto) (hp pezzi in 1 anno)	4000
n (volume produttivo lotto) (pezzi in 5 anni)	20000
nt1 (vita dell'utensile prima di doverlo cambiare) (pezzi)	500000
Ct2 (costi dedicati utensili, attrezzature) (€)	3000
matrice per foratura in pressa (€)	1000
matrice per sgolatura (€)	1000
matrice per taglio (€)	1000
nt2 (vita dell'utensile prima di doverlo cambiare) (pezzi)	10000

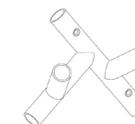
C3 costo macchinari (€)	1,46
n̄ (ritmo produttivo orario) (pezzi/h)	16
taglio tubolare (sec)	20
sbavatura manuale (sec)	25
foratura (sec)	20
sgolatura (sec)	15
brasatura (sec)	120
sgrassaggio e verniciatura (sec)	30
Cc (costo del macchinario) (€)	206000
macchina di saldatura (€)	5000
mola da banco (€)	1000
pressa idraulica (€)	50000
impianto verniciatura a polveri (€)	150000
L (fattore di carico) (0,x)	0,75
two (ammortamento macchine in 1 anno) (ore)	2400
two (ammortamento macchine in 5 anni)	12000

C4 costo manodopera/energia (€)	3,16
Coh (costo manodopera/energia) (€/h)	49,5
operatore (€/h)	24
energia (€/h)	25,5
kWh	170
n̄ (ritmo produttivo orario) (pezzi/h)	stesso n̄ di C3

COSTO TOTALE PEZZO UNITARIO (€)	5,37
COSTO LOTTO PRODUTTIVO APPENDIABITI IN 5 ANNI (€)	107317

Figura 6.11a Modello di costo versione 1 corpo appendiabiti ottenuto con sfrido

CORPO METALLICO APPENDIABITI (VERSIONE 1)
OTTENUTO CON METODO PRODUTTIVO
TRADIZIONALE



C1 costo materia prima (€)	0,20
massa (kg)	0,23
Cm (costo unitario) (€/Kg)	0,8
f (perc di scarto/sfrido) (0,x)	0,2
Sfrido rivenduto al rottamatore (€)	0,03

Nota: qui sfrido rivenduto (€) viene sottratto a C1

C2 costi dedicati (€)	0,71
Ct1 (costi dedicati utensili, attrezzature) (€)	12000
stampo per alloggiamento matrici (€)	6000
n (volume produttivo lotto) (hp pezzi in 1 anno)	4000
n (volume produttivo lotto) (pezzi in 5 anni)	20000
nt1 (vita dell'utensile prima di doverlo cambiare) (pezzi)	500000
Ct2 (costi dedicati utensili, attrezzature) (€)	3000
matrice per foratura in pressa (€)	1000
matrice per sgolatura (€)	1000
matrice per taglio (€)	1000
nt2 (vita dell'utensile prima di doverlo cambiare) (pezzi)	10000

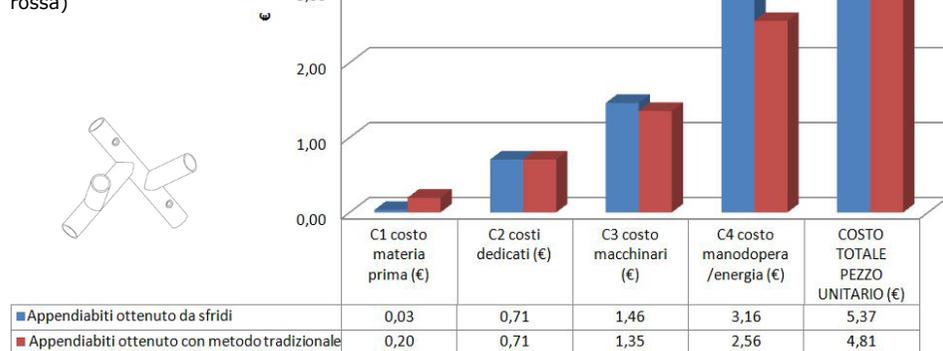
C3 costo macchinari (€)	1,35
n̄ (ritmo produttivo orario) (pezzi/h)	19
taglio tubolare (sec)	4
sbavatura manuale (sec)	25
foratura (sec)	4
sgolatura (sec)	3
brasatura (sec)	120
sgrassaggio e verniciatura (sec)	30
Cc (costo del macchinario) (€)	236000
macchina di saldatura (€)	5000
mola da banco (€)	1000
pressa idraulica (€)	80000
impianto verniciatura a polveri (€)	150000
L (fattore di carico) (0,x)	0,75
two (ammortamento macchine in 1 anno) (ore)	2400
two (ammortamento macchine in 5 anni)	12000

C4 costo manodopera/energia (€)	2,56
Coh (costo manodopera/energia) (€/h)	49,5
operatore (€/h)	24
energia (€/h)	25,5
kWh	170
n̄ (ritmo produttivo orario) (pezzi/h)	stesso n̄ di C3

COSTO TOTALE PEZZO UNITARIO (€)	4,81
COSTO LOTTO PRODUTTIVO APPENDIABITI IN 5 ANNI (€)	96286

Figura 6.11b Modello di costo versione 1 corpo appendiabiti ottenuto con metodo tradizionale

Figura 6.12
Voci singole di costo e costo totale di 1 corpo principale dell'appendiabiti (versione 1) ottenuto con gli sfridi (colonna blu) e ottenuto con il metodo produttivo tradizionale (colonna rossa)



Per quanto riguarda invece la terza e la quarta voce di costo, l'elevata postlavorazione necessaria a ottenere il pezzo finito e la variabilità del ritmo produttivo orario (16pz/h nel caso del prodotto ottenuto con gli sfridi e 19pz/h nel caso fosse realizzato secondo il metodo produttivo tradizionale) vanno a incidere in maniera sostanziale sui costi del macchinario C3 e sui costi di energia e manodopera C4, determinando una *differenza di 0,56€/pz* tra il prodotto ottenuto con gli sfridi rispetto allo stesso realizzato con il metodo produttivo tradizionale. Come dimostrato dal grafico di Fig. 6.13, questa differenza comporterebbe un costo per un lotto produttivo di 4000pz/anno in 5 anni di *107000€* nel caso dell'appendiabiti ottenuto con gli sfridi e di *96000€* nel caso dell'appendiabiti ottenuto con il metodo produttivo tradizionale che utilizza semilavorati nuovi.

Questo aspetto è di rilievo, in quanto **evidenzerebbe la non vantaggiosità del progetto di riutilizzo degli sfridi a livello economico** dimostrando come, sebbene si riutilizzi del materiale di rifiuto, sia più conveniente produrre il pezzo con semilavorati nuovi che con quelli di sfrido. Tuttavia, un'azienda potrebbe decidere di adottare lo stesso questa strada economicamente meno vantaggiosa e *puntare su aspetti legati al marketing* e al valore in termini di immagine aziendale (traducibili nel tempo in valore monetario) derivati dalla commercializzazione di un prodotto ottenuto con materiale di rifiuto.

VALUTAZIONI AMBIENTALI VERSIONE 1 APPENDIABITI

Anche per quanto riguarda le **valutazioni ambientali**, come nel caso delle valutazioni economiche, è stata effettuata una comparazione tra il corpo metallico dell'appendiabiti ottenuto con gli sfridi rispetto allo stesso realizzato con il metodo tradizionale.

Per inquadrare con più semplicità il ragionamento, in Fig. 6.14 sono state schematizzate le *fasi del ciclo di vita* legate all'ottenimento dei 3 componenti tubolari del telaio che danno origine ai materiali di sfrido (schema di sinistra) e il *ciclo di vita dell'appendiabiti* nel caso fosse prodotto a partire da semilavorati nuovi (schema di destra). Ognuno dei due schemi prevede l'utilizzo di semilavorati nuovi per l'ottenimento dei componenti finiti.

In Fig. 6.15 invece viene schematizzata invece la *combinazione dei due cicli di vita*, considerando sostanzialmente che a partire dagli stessi semilavorati iniziali sia *possibile ottenere sia i componenti per realizzare il telaio del prodotto iniziale sia i componenti necessari alla produzione dell'appendiabiti* (corrispondenti agli sfridi).

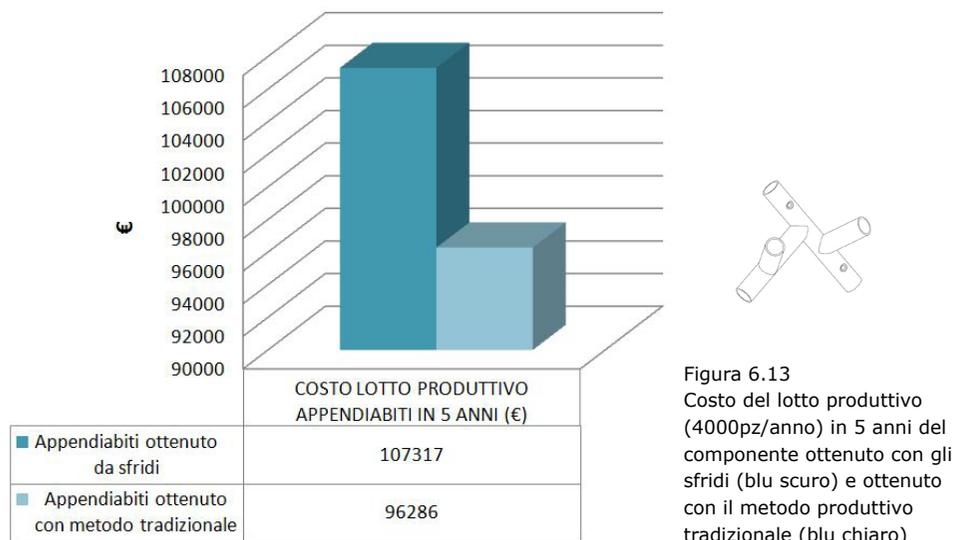


Figura 6.13
Costo del lotto produttivo (4000pz/anno) in 5 anni del componente ottenuto con gli sfridi (blu scuro) e ottenuto con il metodo produttivo tradizionale (blu chiaro)

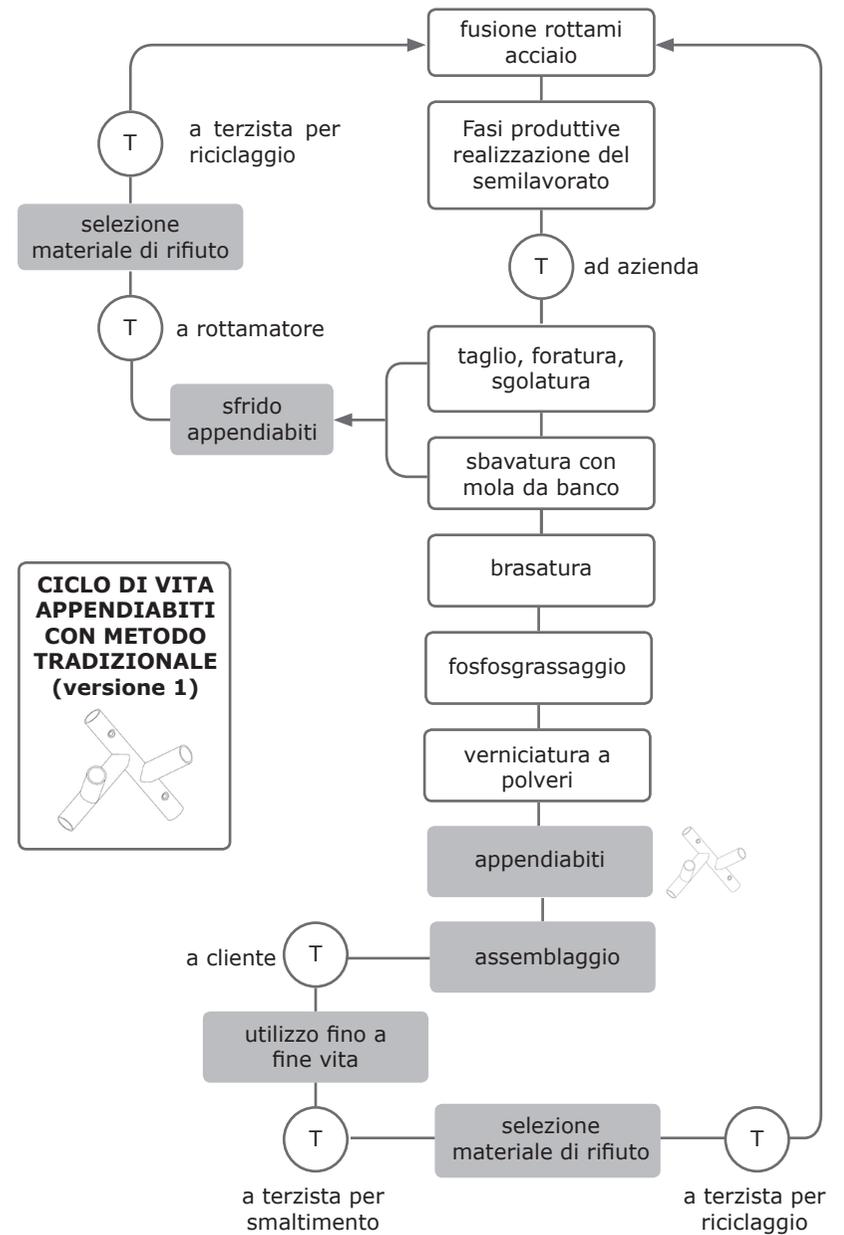
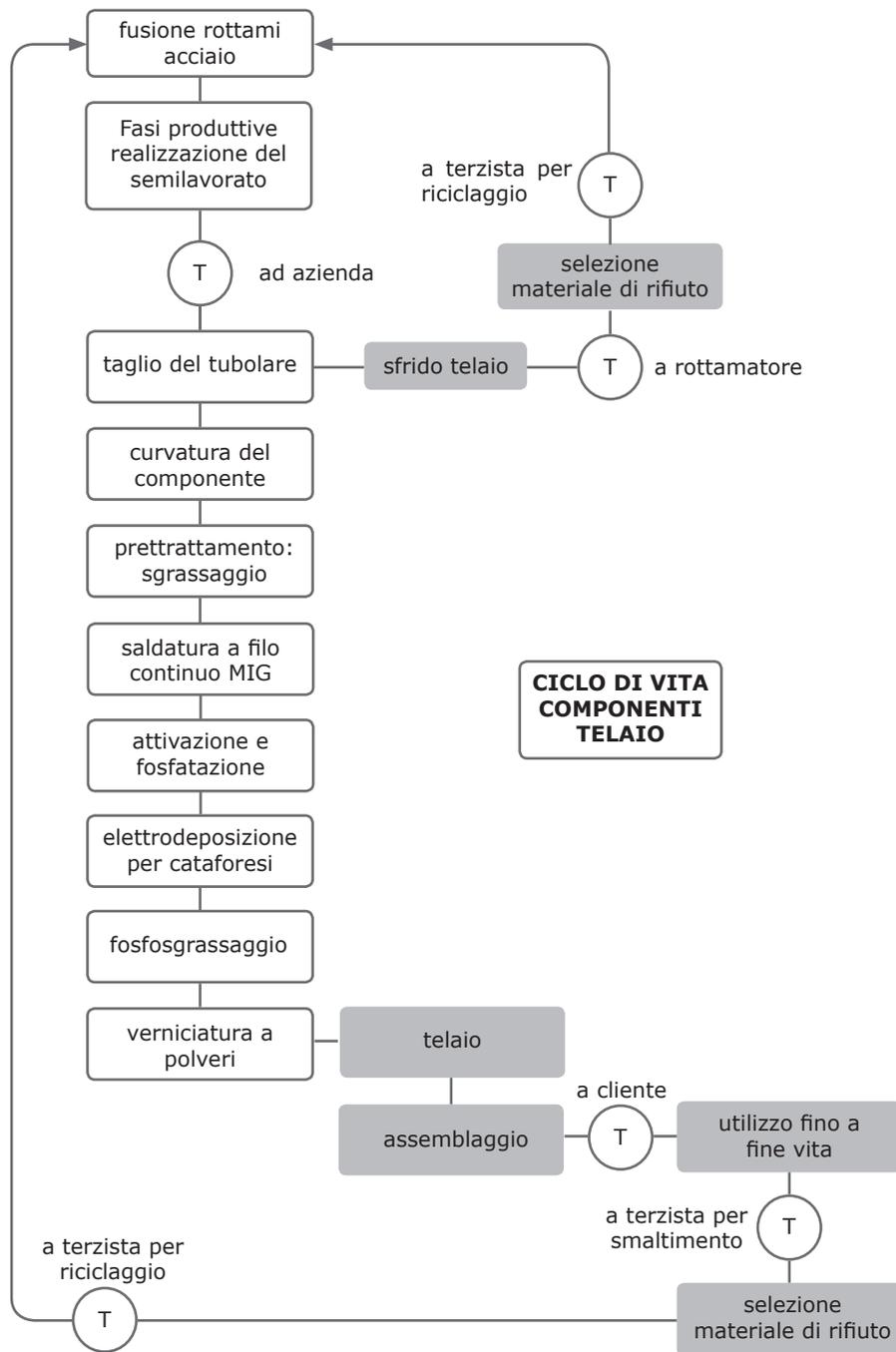


Figura 6.14 Schematizzazione del ciclo di vita dei componenti del telaio (sinistra) e dell'appendiabiti (versione 1) nel caso quest'ultimo fosse prodotto a partire da semilavorati nuovi (destra)

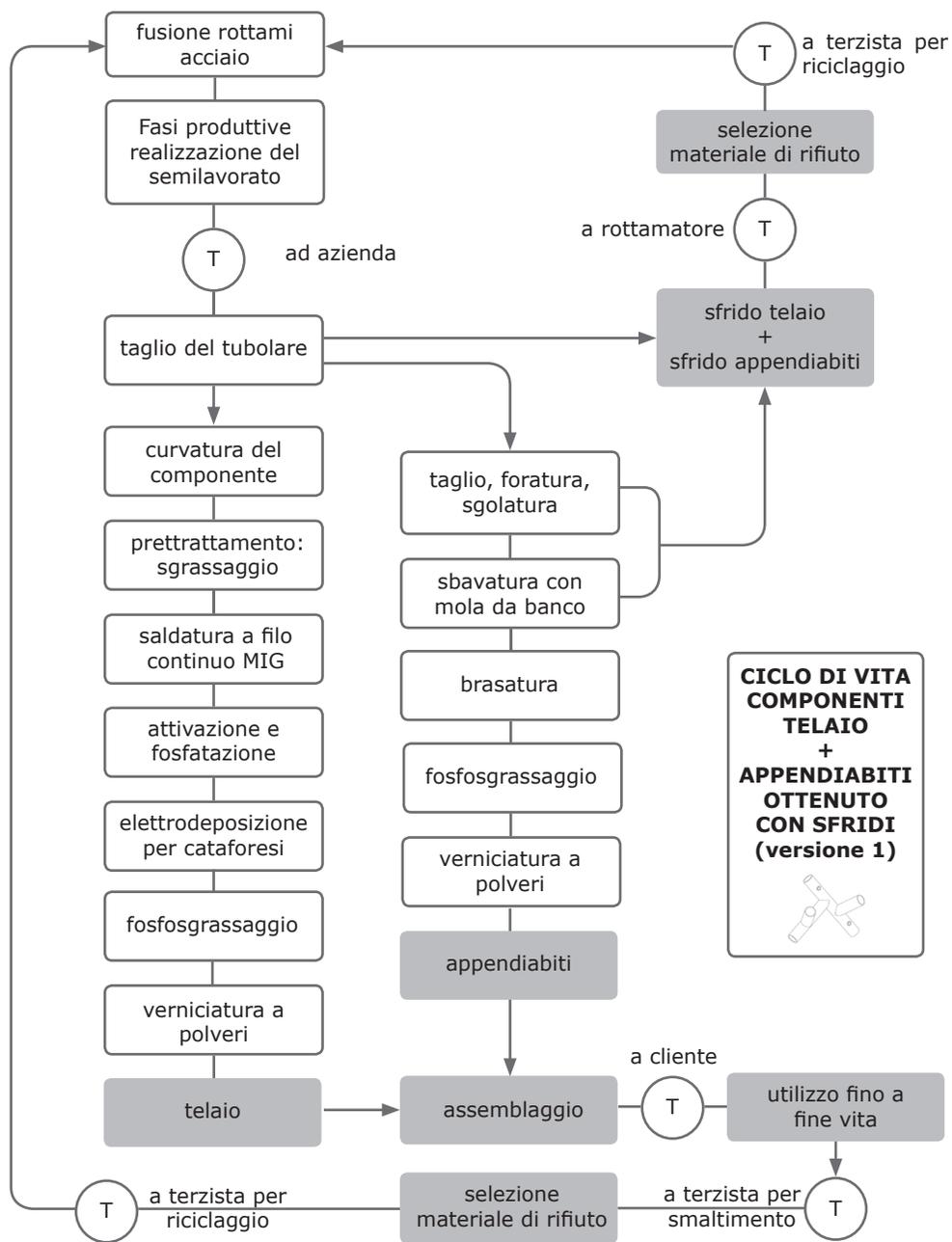


Figura 6.15 Schematizzazione del ciclo di vita dei componenti del telaio e dell'appendiabiti (versione 1) nel caso quest'ultimo fosse prodotto a partire dagli sfridi del primo processo

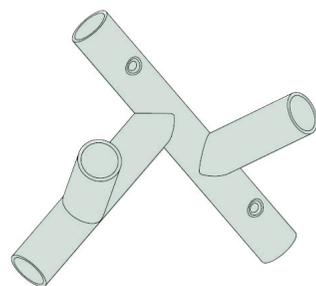
La comparazione ambientale dell'appendiabiti ottenuto dagli sfridi con lo stesso ottenuto a partire da semilavorati nuovi trae origine proprio da questa considerazione: l'unione dei due cicli di vita (schema di Fig. 6.15) comporta a livello ambientale l'eliminazione degli impatti connessi alla produzione dei semilavorati necessari alla realizzazione dell'appendiabiti realizzato appunto con materiale nuovo. In pratica, gli impatti ambientali che verrebbero evitati nel caso venissero utilizzati gli sfridi tubolari come materiale da cui ottenere i componenti dell'appendiabiti corrispondono ai processi che il semilavorato subisce (estrazione, trasporto, decapaggio, laminazione a freddo dei coils, ricottura, skinpassatura, taglio dei nastri, curvatura a rulli, elettrosaldatura, spazzolatura, taglio e trasporto) necessari per ottenere il semilavorato da cui poi si otterrà l'appendiabiti nuovo.

Per le valutazioni ambientali connesse alla produzione del corpo metallico dell'appendiabiti (versione 1) nelle due ipotesi di realizzazione con materiali di sfrido e con semilavorati nuovi è stato utilizzato il software di *analisi LCA Simapro 7.2⁴* con database Ecoinvent 2.

Per calcolare appunto gli impatti ambientali associati ai due scenari produttivi non è corretto considerare il materiale dell'appendiabiti ottenuto con gli sfridi come se provenisse da riciclaggio (inteso nella sua accezione primaria di riottenimento del semilavorato iniziale tramite rifusione), in quanto si tratterebbe di un vero e proprio caso di riutilizzo. Sono stati dunque calcolati mediante l'ausilio del software *gli impatti ambientali ed energetici connessi alla produzione del semilavorato tubolare appena descritto proporzionandolo alla massa di acciaio AISI 1020 utilizzata per realizzare i corpi metallici dei due appendiabiti (di sfrido e da semilavorati nuovi)*.

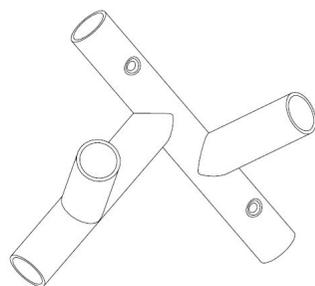
Nel caso appunto della realizzazione a partire interamente da materiale di sfrido vengono riutilizzati 230g di acciaio: dal momento che questo materiale non è né nuovo né riciclato, ai fini della valutazione ambientale è sensato considerare la metà della massa (115g) per gli impatti connessi al materiale più 150-115g per gli impatti connessi ai processi (si considerano $(2/3-1/2)*230g=35g$ in quanto sebbene proveniente da riutilizzo, come dimostrato nell'analisi economica il processo produttivo dell'appendiabiti di sfrido è più energivoro rispetto alla produzione a partire da semilavorato nuovo a causa di un ritmo produttivo orario più basso).

4 Fonte: www.pre-sustainability.com/simapro-lca-software (ultima conn. al sito: 14-02-2013)



APPENDIABITI OTTENUTO CON SFRIDI:

230g di acciaio riutilizzato



APPENDIABITI OTTENUTO CON METODO TRADIZIONALE:

230g di acciaio "nuovo"

Figura 6.16 Masse coinvolte nelle due situazioni produttive del corpo metallico dell'appendiabiti (versione 1)

Nel caso invece di una produzione a partire da semilavorati nuovi, vanno considerati gli impatti connessi ai 230g di materiale necessario. Le due situazioni vengono illustrate in Fig. 6.16.

I risultati ottenuti tramite l'ausilio di Simapro 7.2 sono presentati nei grafici di Fig. 6.17a e 6.17b e sono relativi a:

- la partecipazione della produzione/trasformazione di tali masse di materiale in semilavorati al **potenziale di surriscaldamento globale** in 100 anni (Global Warming Potential, o GWP), espresso in Kg*CO₂eq.
- gli **impatti legati all'estrazione di risorse fossili non rinnovabili** (Non renewable, fossil) necessarie per fornire l'energia per la produzione/trasformazione di tali masse di materiale in semilavorati, espressi in MJeq.

Come si può osservare, *l'appendiabiti prodotto con gli sfridi* di acciaio presenta, rispetto al caso in cui lo stesso pezzo fosse prodotto a partire da semilavorati nuovi, dei *vantaggi considerevoli* sia dal punto di vista del surriscaldamento globale, evitando di emettere *0,3 Kg*CO₂eq*, sia dal punto di vista energetico connesso all'estrazione delle risorse non rinnovabili, per un risparmio di circa *4 MJ eq*.

I risultati ottenuti consentono di definire il progetto di **riutilizzo degli sfridi vantaggioso dal punto di vista ambientale** rispetto a produrlo con il metodo tradizionale.

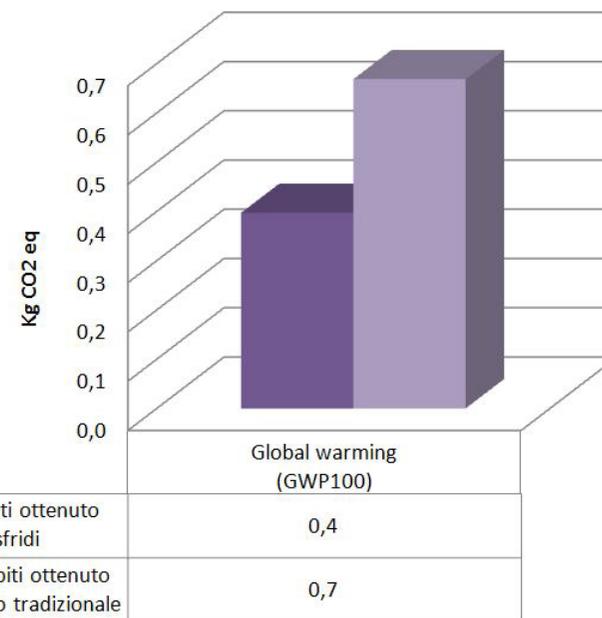
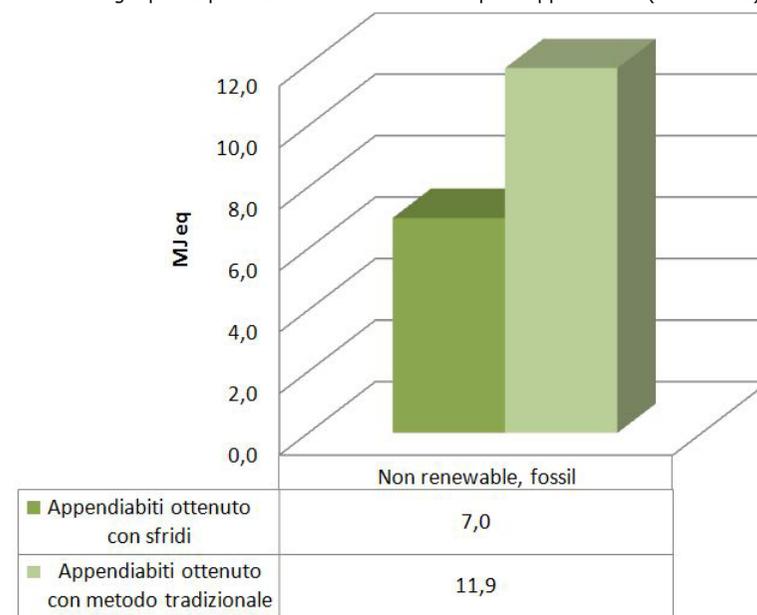


Figura 6.17a Surriscaldamento globale causato dalla produzione del semilavorato per l'appendiabiti (versione 1) nelle due modalità produttive

Figura 6.17b Impatti ambientali legati alle risorse fossili non rinnovabili estratte necessarie a fornire l'energia per la produzione del semilavorato per l'appendiabiti (versione 1)



VERSIONE 2 APPENDIABITI

CORPO PRINCIPALE METALLICO VERSIONE 2 OTTENUTO CON GLI SFRIDI

I risultati delle valutazioni effettuate sulla *versione 1* dell'appendiabiti hanno dimostrato come il progetto ottenuto *a partire da materiale di sfrido* sia valido dal punto di vista ambientale, mentre un ritmo produttivo orario inferiore rispetto al caso in cui fosse prodotto a partire da semilavorati nuovi incide sul costo complessivo rendendolo *non vantaggioso a livello economico*.

Sulla base di queste considerazioni è stata ideata una **seconda versione** dell'appendiabiti fondata sempre sullo stesso principio compositivo, al fine di poterla equiparare con la prima versione. Sono stati tuttavia *semplificati molti passaggi produttivi* (forse a discapito della resa estetica), in modo tale da ridurre notevolmente gli interventi di postlavorazione dello sfrido.

In Fig.6.18 vengono presentati gli ingombri dimensionali del prodotto finito e la distinta base dei pezzi che lo compongono.

I *componenti nuovi* sono costituiti da:

- 2 tasselli commerciali in grado di assicurare il prodotto alla parete tramite due viti autofilettanti a testa svasata (ISO 7050)
- 2 distanziali commerciali in materiale polimerico
- 6 tappi commerciali in materiale polimerico
- 1 asta primaria di dimensioni 150mm(+0,1) ottenibile tramite taglio e foratura con stampo in pressa idraulica

I *componenti ottenuti dal riutilizzo del materiale di sfrido* sono costituiti invece da:

- 1 gancio primario di dimensioni 140mm(+15) che non necessita di postlavorazioni successive
- 1 gancio secondario di dimensioni 100mm(+15) che non necessita di postlavorazioni successive

Dalla versione precedente dell'appendiabiti è emerso che **a livello economico** è più conveniente utilizzare dei componenti a partire da semilavorati nuovi piuttosto che postlavorare i tubolari di sfrido. Questa seconda versione sfrutta proprio questo aspetto: l'*asta primaria* di connessione con la parete tramite i tasselli è

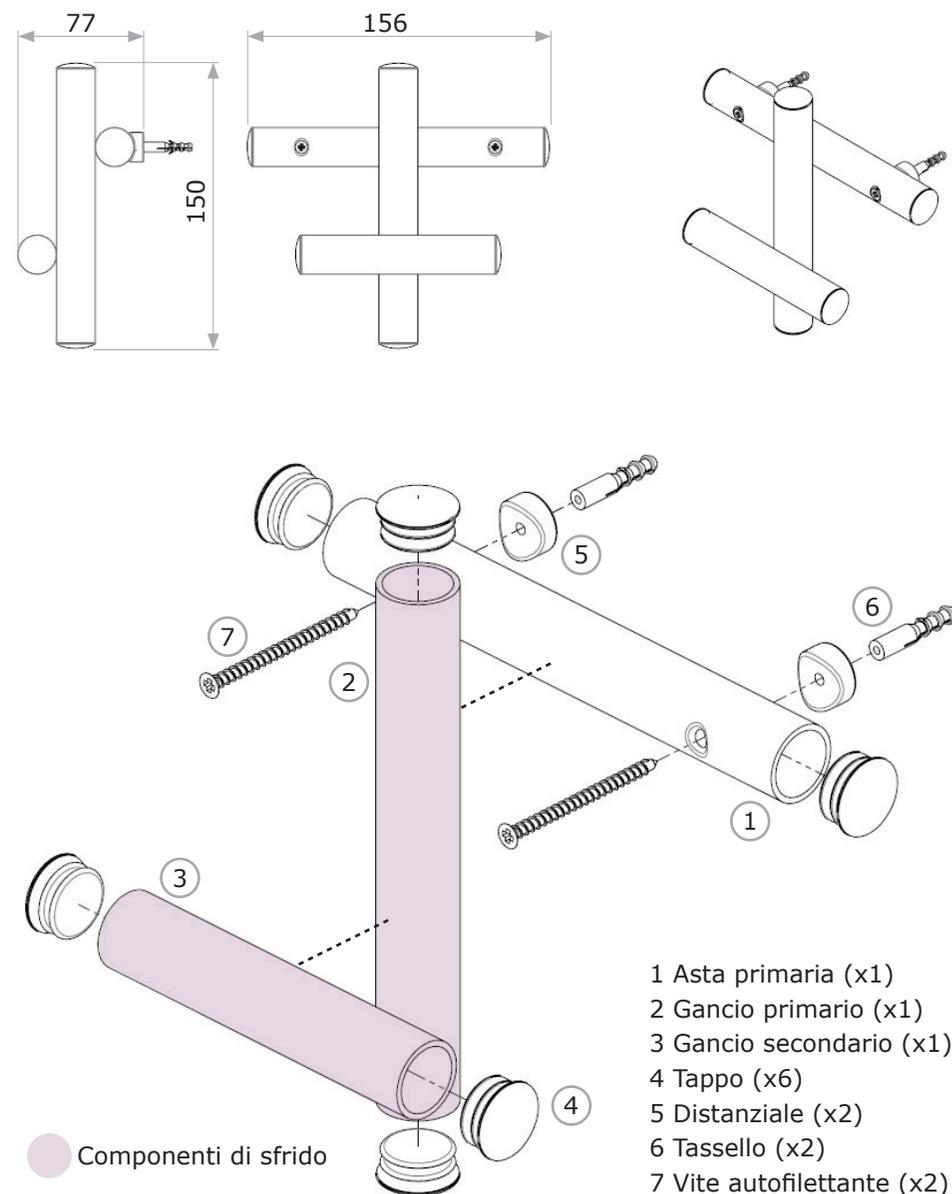


Figura 6.18
Ingombri di massima del prodotto, distinta base e modalità di connessione dei componenti

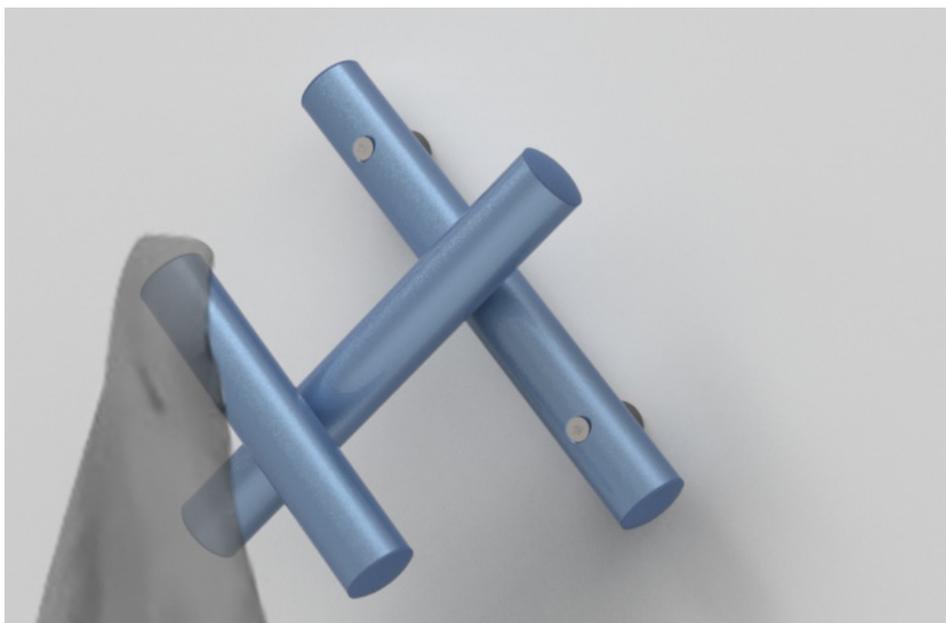


Figura 6.19
Render del prodotto finito e installato a parete

ottenuta secondo il *metodo produttivo tradizionale* a partire da semilavorati nuovi, mentre i due ganci permettono di sfruttare in pieno le caratteristiche dello sfrido senza necessità di postlavorarlo. L'*intervallo di tolleranza* accettato per i due ganci ($\pm 15\text{mm}$) determina una *velocizzazione* del processo di *selezione dei tubolari* (tramite ad esempio una dima di riferimento), senza stravolgere formalmente il progetto ma piuttosto caratterizzandolo, dando potenzialmente vita alla produzione seriale di appendiabiti leggermente diversi uno dall'altro secondo una rielaborazione applicativa del principio progettuale dell'*unico industriale*⁵. In Fig. 6.19 sono presentati due render dell'appendiabiti finito e collegato alla parete.

In questo secondo caso applicativo i componenti metallici *non derivano tutti da materiale di sfrido*. Sulla base di tale considerazione saranno effettuate le analisi economiche e ambientali successive per valutare il progetto.

Per ottenere il corpo metallico principale dell'appendiabiti sono stati *evitati* in questo caso dunque i passaggi di *sgolatura* e di *brasatura*: tramite semplicemente 2 punti di *saldatura a filo continuo MIG* tra l'asta primaria e il gancio primario e altri 2 punti tra il gancio primario e quello secondario (come visibile nel secondo render di Fig. 6.19), si ottiene il *corpo metallico principale dell'appendiabiti* finito e pronto per la fase di sgrassaggio, verniciatura a polveri e assemblaggio con gli altri componenti per l'ottenimento del prodotto finito.

CORPO PRINCIPALE METALLICO VERSIONE 2 OTTENUTO CON METODO PRODUTTIVO TRADIZIONALE

Nel caso invece in cui lo stesso appendiabiti dovesse essere prodotto a partire da semilavorati nuovi, la *sostanziale differenza* tra l'appendiabiti ottenuto con gli sfridi consisterebbe nei due *ganci*, che necessiterebbero del *taglio in pressa* come descritto in Fig.6.9 per ottenere i due componenti della misura desiderata ($140\text{mm}\pm 0,1$ e $100\text{mm}\pm 0,1$).

VALUTAZIONI ECONOMICHE VERSIONE 2 CORPO METALLICO APPENDIABITI

⁵ Ostuzzi F., Salvia G., Rognoli V., Levi M., 2011, *Il valore dell'imperfezione - L'approccio wabi sabi al design*, Ed. Franco Angeli, Milano

A questo livello la seconda versione dell'appendiabiti è stata definita. Sulla base dello stesso modello di calcolo dei costi presentato in precedenza sono state determinate le *singole voci di costo* del corpo principale dell'appendiabiti (versione 2) nel caso fosse ottenuto a partire parzialmente da sfridi o da semilavorati nuovi. Le tabelle di Fig. 6.20a e 6.20b riportano le voci di costo C1, C2, C3, C4 e C_{tot} associate alle *due modalità operative*.

C1 Appendiabiti ottenuto parzialmente con sfridi: in questo caso è stato considerato nullo il costo del materiale di sfrido (0,16Kg in massa) mentre si è tenuto in considerazione l'introito che sarebbe derivato dalla rivendita del materiale di sfrido e il costo del materiale dell'asta primaria (0,1 Kg in massa). C1 in questo caso è 0,12€.

C1 Appendiabiti ottenuto con metodo produttivo tradizionale: in questo caso invece ovviamente si considera interamente il costo del materiale dei tre tubolari (0,26 Kg in massa), a cui però viene sottratto l'introito derivato dalla rivendita del materiale, ottenendo C1 di 0,24€.

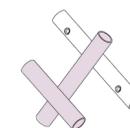
C2 Appendiabiti ottenuto parzialmente con sfridi: i costi dedicati sono stati considerati alla stregua della versione 1, a eccezione ovviamente delle matrici di sgolatura, passaggio non presente in questo scenario progettuale. C2 risultante è pari a 0,58€.

C2 Appendiabiti ottenuto con metodo produttivo tradizionale: le attrezzature necessarie all'ottenimento del componente finito sono le stesse del pezzo ottenuto con gli sfridi, per cui anche in questo caso C2 è di 0,58€.

C3 Appendiabiti ottenuto parzialmente con sfridi: come spiegato precedentemente, nei costi del macchinario va a incidere il ritmo produttivo orario \dot{n} . Nel caso in cui si riutilizzano gli sfridi per ottenere i due ganci, si evita il processo di taglio in pressa (in quanto sono già stati tagliati dal loro processo originario). I 6 punti di saldatura a filo continuo MIG permettono di aumentare notevolmente \dot{n} rispetto alla versione 1 in cui veniva utilizzata la brasatura, motivo per cui si riesce a ottenere un ritmo produttivo orario di 29 pz/h, per un C3 complessivo di 0,90€.

C3 Appendiabiti ottenuto con metodo produttivo tradizionale: nel momento in cui i 2 ganci vengono utilizzati a partire da semilavorato nuovo, le tempistiche necessarie ai settaggi della macchina e al tempo operativo, abbassano sensibilmente il ritmo produttivo orario, ottenendo come risultato un ritmo produttivo orario di 26 pz/h e un C3 di 1,01€.

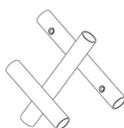
CORPO METALLICO APPENDIABITI (VERSIONE 2) OTTENUTO CON 2 TUBOLARI DI SFRIDO E 1 NUOVO



C1 costo materia prima (€)	0,12
C1 ganci di sfrido	
massa (kg)	0,16
Cm (costo unitario) (€/Kg)	0
f (perc di scarto/sfrido) (0,x)	0,2
Sfrido rivenduto al rottamatore (€)	0,02
Nota: qui sfrido rivenduto (€) viene aggiunto a C1	
C1 attacco a parete nuovo	
massa (kg)	0,1
Cm (costo unitario) (€/Kg)	0,8
f (perc di scarto/sfrido) (0,x)	0,2
C2 costi dedicati (€)	0,58
Ct1 (costi dedicati utensili, attrezzature) (€)	12000
stampo per alloggiamento matrice (€)	6000
n (volume produttivo lotto) (hp pezzi in 1 anno)	4000
n (volume produttivo lotto) (pezzi in 5 anni)	20000
nt1 (vita dell'utensile prima di doverlo cambiare) (pezzi)	500000
Ct2 (costi dedicati utensili, attrezzature) (€)	2000
matrice per foratura in pressa (€)	1000
matrice per taglio in pressa (€)	1000
nt2 (vita dell'utensile prima di doverlo cambiare) (pezzi)	10000
C3 costo macchinari (€)	0,90
\dot{n} (ritmo produttivo orario) (pezzi/h)	29,3
taglio tubolare (sec)	4
sbavatura manuale (sec)	25
foratura (sec)	4
saldatura a filo continuo MIG (sec)	60
sgrassaggio e verniciatura (sec)	30
Cc (costo del macchinario) (€)	236000
macchina di saldatura a filo continuo MIG (€)	5000
mola da banco (€)	1000
pressa idraulica (€)	80000
impianto verniciatura a polveri (€)	150000
L (fattore di carico) (0,x)	0,75
two (ammortamento macchine in 1 anno) (ore)	2400
two (ammortamento macchine in 5 anni)	12000
C4 costo manodopera/energia (€)	1,69
\dot{C}_{oh} (costo manodopera/energia) (€/h)	49,5
operatore (€/h)	24
energia (€/h)	25,5
kWh	170
\dot{n} (ritmo produttivo orario) (pezzi/h)	stesso \dot{n} di C3
COSTO TOTALE PEZZO UNITARIO (€)	3,29
COSTO LOTTO PRODUTTIVO APPENDIABITI IN 5 ANNI (€)	65844

Figura 6.20a Modello di costo versione 2 corpo appendiabiti ottenuto parzialmente con sfridi

CORPO METALLICO APPENDIABITI (VERSIONE 2) OTTENUTO CON METODO PRODUTTIVO TRADIZIONALE



C1 costo materia prima (€)	0,24
C1 ganci nuovi	
massa (kg)	0,16
Cm (costo unitario) (€/Kg)	0,8
f (perc di scarto/sfrido) (0,x)	0,2
Sfrido rivenduto al rottamatore (€)	0,02
Nota: qui sfrido rivenduto (€) viene sottratto a C1	
C1 attacco a parete nuovo	
massa (kg)	0,1
Cm (costo unitario) (€/Kg)	0,8
f (perc di scarto/sfrido) (0,x)	0,2
C2 costi dedicati (€)	0,58
Ct1 (costi dedicati utensili, attrezzature) (€)	12000
stampo per alloggiamento matrice (€)	6000
n (volume produttivo lotto) (hp pezzi in 1 anno)	4000
n (volume produttivo lotto) (pezzi in 5 anni)	20000
nt1 (vita dell'utensile prima di doverlo cambiare) (pezzi)	500000
Ct2 (costi dedicati utensili, attrezzature) (€)	2000
matrice per foratura in pressa (€)	1000
matrice per taglio in pressa (€)	1000
nt2 (vita dell'utensile prima di doverlo cambiare) (pezzi)	10000
C3 costo macchinari (€)	1,01
ṅ (ritmo produttivo orario) (pezzi/h)	25,9
taglio tubolare (sec)	12
sbavatura manuale (sec)	25
foratura (sec)	12
saldatura a filo continuo MIG (sec)	60
sgrassaggio e verniciatura (sec)	30
Cc (costo del macchinario) (€)	236000
macchina di saldatura a filo continuo MIG (€)	5000
mola da banco (€)	1000
pressa idraulica (€)	80000
impianto verniciatura a polveri (€)	150000
L (fattore di carico) (0,x)	0,75
two (ammortamento macchine in 1 anno) (ore)	2400
two (ammortamento macchine in 5 anni)	12000
C4 costo manodopera/energia (€)	1,91
Ch (costo manodopera/energia) (€/h)	49,5
operatore (€/h)	24
energia (€/h)	25,5
kWh	170
ṅ (ritmo produttivo orario) (pezzi/h)	stesso ṅ di C3
COSTO TOTALE PEZZO UNITARIO (€)	3,74
COSTO LOTTO PRODUTTIVO APPENDIABITI IN 5 ANNI (€)	74814

Figura 6.20b Modello di costo versione 2 corpo appendiabiti ottenuto con metodo tradizionale

C4 Appendiabiti ottenuto parzialmente con sfridi: Il ritmo produttivo orario va a incidere anche sul costo della manodopera e dell'energia, che nel caso del corpo metallico che riutilizza i 2 tubolari di sfrido ammonta a 1,69€.

C4 Appendiabiti ottenuto con metodo produttivo tradizionale: con un ritmo produttivo orario inferiore, C4 connesso al corpo metallico derivato interamente da semilavorati nuovi è pari a 1,91€.

Il C_{tot} derivato dalla somma delle singole voci di capitolo per il corpo metallico dell'appendiabiti che riutilizza i 2 sfridi tubolari è di 3,29€, mentre nel caso in cui lo stesso pezzo venisse prodotto a partire esclusivamente da semilavorati nuovi C_{tot} sarebbe di 3,74€.

Il grafico di Fig. 6.21 mostra una comparazione tra le singole voci di capitolo e il costo complessivo delle due soluzioni produttive. Si può osservare come i costi dedicati siano gli unici che presentino un valore paritario, mentre tutte le altre singole voci presentano dal punto di vista economico dei vantaggi nel caso in cui il corpo metallico sia ottenuto utilizzando i 2 tubolari di sfrido piuttosto che produrlo a partire da semilavorati nuovi.

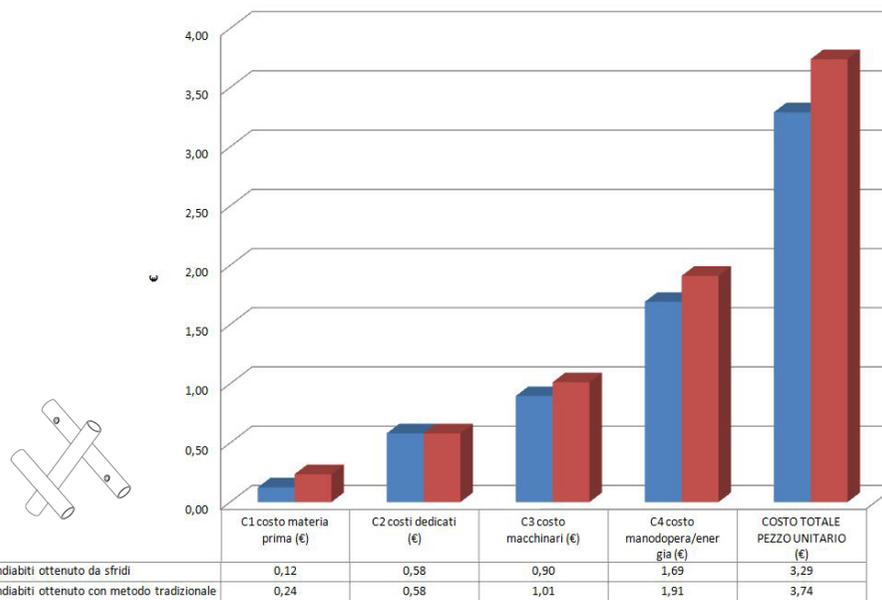
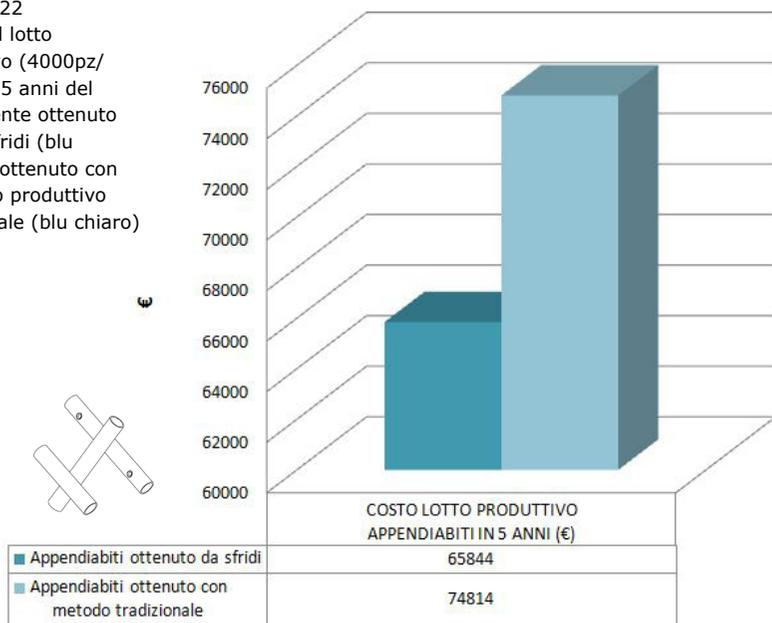


Figura 6.21 Voci di costo e costo totale della produzione di 1 corpo metallico dell'appendiabiti (versione 2) ottenuto con gli sfridi (colonne blu) e ottenuto con il metodo produttivo tradizionale (colonne rosse)

Figura 6.22
Costo del lotto produttivo (4000pz/anno) in 5 anni del componente ottenuto con gli sfridi (blu scuro) e ottenuto con il metodo produttivo tradizionale (blu chiaro)



Come evidenziato dal grafico in Fig. 6.22, il costo di un *lotto produttivo* ipotizzato di 4000 pz/anno per 5 anni corrisponde a circa 66000€ nel caso venissero riutilizzati gli sfridi tubolari, mentre salirebbe a 75000€ producendo il prodotto a partire da semilavorati nuovi.

Queste considerazioni assumono un importante significato, in quanto dimostrano in primis la *validità del progetto* (versione 2 dell'appendiabiti) di riutilizzo degli sfridi *dal punto di vista economico* rispetto a produrlo secondo il metodo tradizionale, quando invece nella precedente versione non si era arrivati a tale conclusione; in secundis, questo differente risultato (rispetto alla versione 1 del corpo metallico dell'appendiabiti ottenuto con gli sfridi) è la prova che, partendo dallo stesso materiale di sfrido, *in base all'architettura compositiva del prodotto* si possono ottenere dei *risultati sostanzialmente diversi*.

VALUTAZIONI AMBIENTALI VERSIONE 2 CORPO METALLICO APPENDIABITI

Per quanto riguarda le **valutazioni ambientali**, anche in questo caso sono stati combinati i 2 cicli di vita dei componenti del telaio e dell'appendiabiti ottenuto con i tubolari di sfrido, come visibile in Fig. 6.23. Il risultato di tale unione ha come effetto *l'eliminazione degli impatti energetici e ambientali* connessi alla

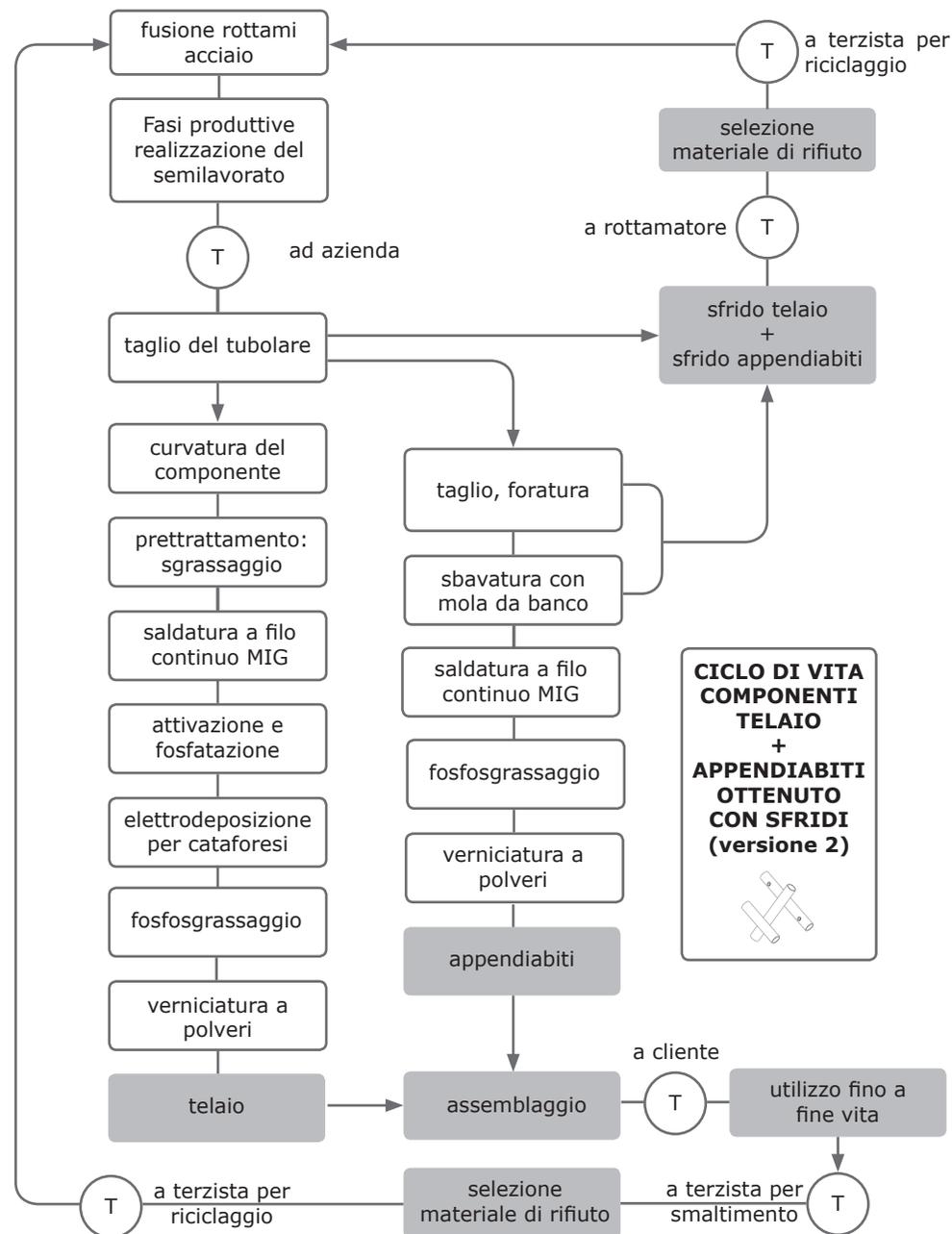


Figura 6.23 Schematizzazione del ciclo di vita dei componenti del telaio e dell'appendiabiti (versione 2) nel caso quest'ultimo fosse prodotto a partire dagli sfridi del primo processo

produzione del semilavorato tubolare. È dunque necessario effettuare con l'aiuto del software la *proporzione di tale impatti* rispetto al quantitativo di acciaio riutilizzato nella versione 2 del corpo dell'appendiabiti: in questo caso il quantitativo di *materiale riutilizzato è minore* rispetto alla versione 1, in quanto l'asta primaria dell'appendiabiti, per poter rendere il progetto economicamente vantaggioso, deve essere ottenuta a partire da semilavorato nuovo. La massa di acciaio riutilizzato per i due ganci in questo scenario progettuale è di 160g, mentre la massa dell'asta primaria è di 100g. Per la valutazione degli impatti ambientali dunque, come nel caso della versione 1, si considera la produzione di $(160/2)+100=180g$ di materiale per l'appendiabiti che riutilizza i due tubolari di sfrido e di 260g di materiale per lo scenario produttivo in cui viene utilizzato esclusivamente semilavorato nuovo [Fig.6.24].

In Fig.6.25a vengono presentati, come per il caso precedente, i risultati ottenuti in termini di **potenziale di surriscaldamento globale** (Global Warming Potential), in cui si ha uno *scarto favorevole di 0,3 Kg*CO₂eq* per la versione che riutilizza gli sfridi, mentre in Fig.6.25a sono illustrati gli impatti ambientali connessi all'**estrazione di risorse fossili non rinnovabili** (carbone, petrolio, gas) necessarie alla produzione dell'energia utile per ottenere il semilavorato tubolare (Non renewable, fossil) necessario per la produzione dell'appendiabiti. Anche in questo caso i risultati risultano essere *vantaggiosi* per lo scenario progettuale che sfrutta il riutilizzo dello sfrido, per una differenza di circa 4 MJeq.

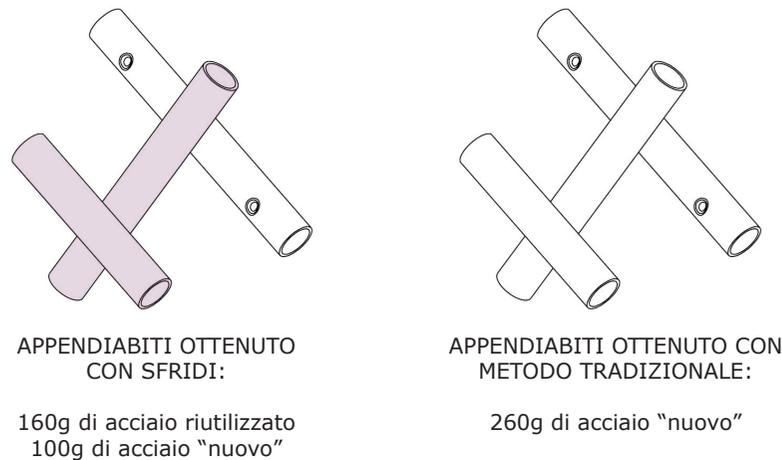


Figura 6.24
Masse coinvolte nelle due situazioni produttive del corpo metallico dell'appendiabiti (versione 2)

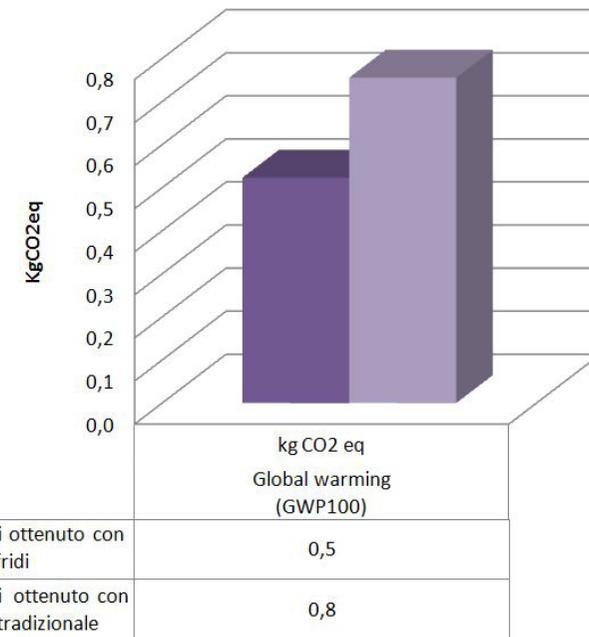
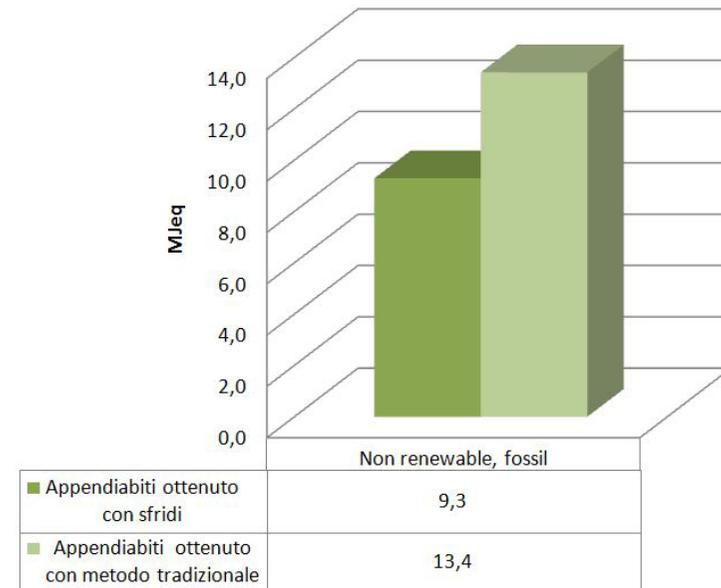


Figura 6.25a Surriscaldamento globale causato dalla produzione del semilavorato per l'appendiabiti (versione 2) nelle due modalità produttive

Figura 6.25b Impatti ambientali legati alle risorse fossili non rinnovabili estratte per fornire l'energia per la produzione del semilavorato per l'appendiabiti (versione 2)



COMPARAZIONI COMPLESSIVE ECONOMICHE E AMBIENTALI DEI 4 SCENARI PRODUTTIVI

É possibile ora effettuare in conclusione de caso studio delle **considerazioni comparative** di carattere *economico e ambientale* relativamente alle *quattro soluzioni progettuali* analizzate, riassunte in Fig. 6.26:

- **versione 1** del corpo metallico dell'appendiabiti ottenuto interamente a partire da *materiale di sfrido*
- **versione 1** del corpo metallico dell'appendiabiti ottenuto secondo l'impostazione produttiva tradizionale a partire da *semilavorati nuovi*
- **versione 2** del corpo metallico dell'appendiabiti ottenuto riutilizzando 2 tubolari di *sfrido* e 1 tubolare a partire da *semilavorati nuovi*
- **versione 2** del corpo metallico dell'appendiabiti ottenuto secondo l'impostazione produttiva tradizionale a partire totalmente da *semilavorati nuovi*

Il grafico di Fig. 6.27 mette in relazione le *singole voci di costo* delle 4 soluzioni progettuali e il *costo complessivo* relativi alla produzione di 1 corpo metallico dell'appendiabiti.

Figura 6.26 Sintesi delle 4 soluzioni progettuali analizzate nel caso studio

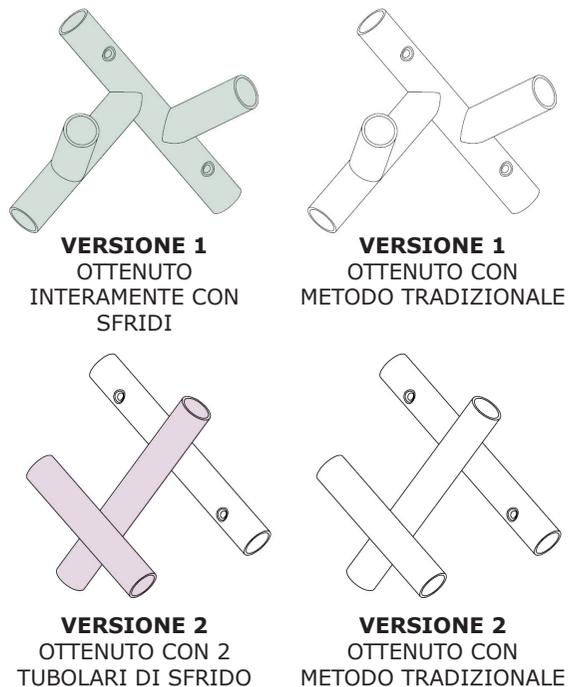


Figura 6.27 Voci singole di costo e costi complessivi delle 4 soluzioni progettuali di Fig. 6.26

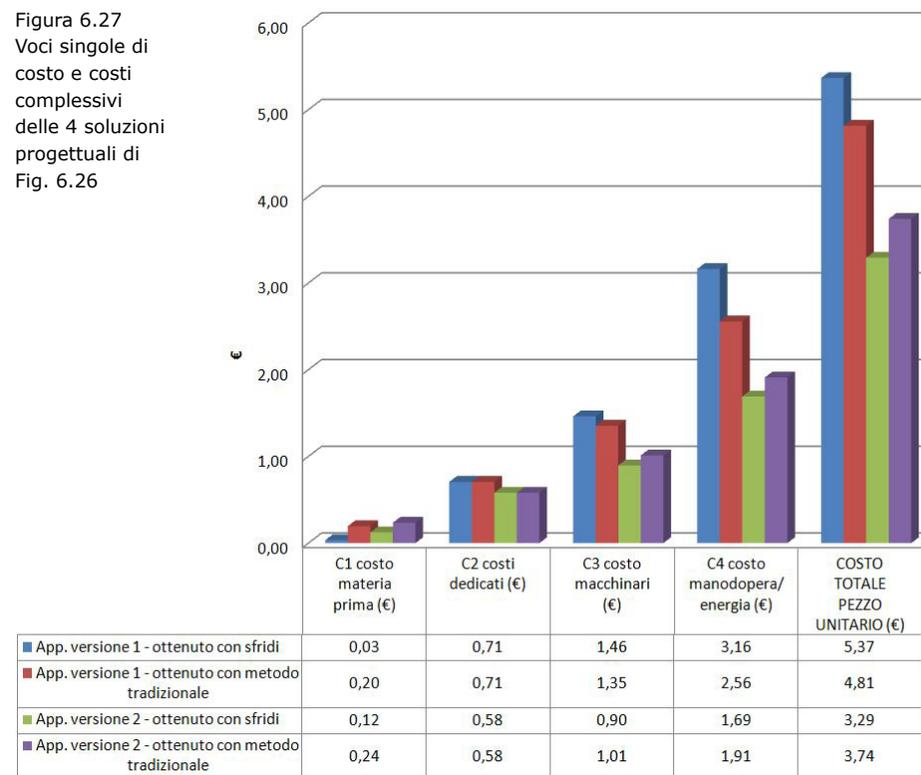
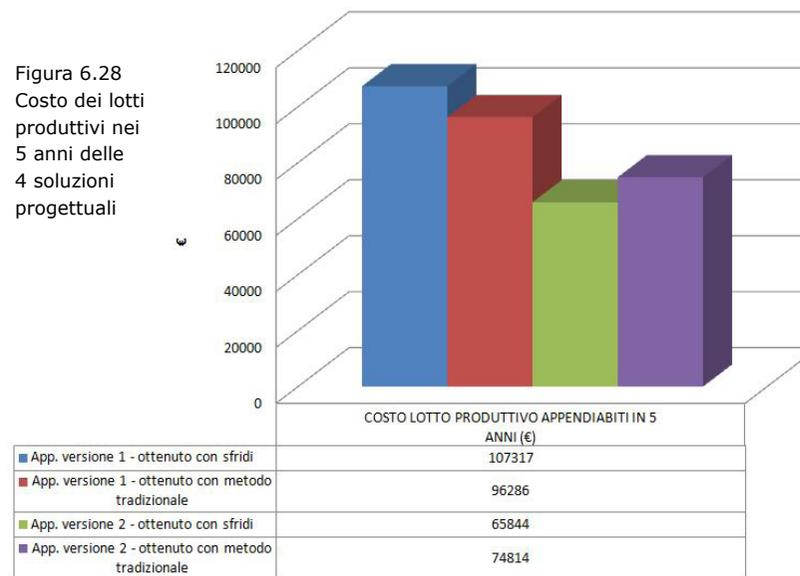


Figura 6.28 Costo dei lotti produttivi nei 5 anni delle 4 soluzioni progettuali



Dall'istogramma emerge che la *versione 1 - riuso sfrido* (colonna blu) sia *economicamente la meno conveniente*: ciò è dovuto alle più lente operazioni di postlavorazione da effettuare che abbassano il ritmo produttivo orario e determinano un costo totale di 5,37€ per il pezzo unitario. Il *più conveniente a livello economico* risulta essere invece il corpo metallico dell'appendiabiti *versione 2 che riutilizza i 2 tubolari di sfrido* (colonna verde) per i 2 ganci: in questo scenario progettuale i 2 tubolari non necessitano di essere postlavorati come nel caso precedente, considerazione che permette di abbassare il ritmo produttivo orario notevolmente, ottenendo un costo complessivo finale di 3,29€ e rendendolo a livello economico la soluzione più vantaggiosa tra le 4 presentate nel caso studio.

Queste considerazioni di carattere economico si riflettono in maniera direttamente proporzionale anche sul *costo del lotto produttivo* [Fig.6.28]: ipotizzando di realizzare 4000 pz/anno per 5 anni, la versione 1 ottenuta con gli sfridi risulta essere la più costosa (circa 108000€), mentre di nuovo la *versione 2 ottenuta con i 2 tubolari di sfrido* risulta la *più vantaggiosa a livello economico*, per un costo complessivo di circa 66000€.

Dal punto di vista *ambientale* le considerazioni da effettuare sono altrettanto interessanti, in quanto sia a livello di *surriscaldamento globale* [Fig. 6.29], sia di impatti ambientali connessi all'*estrazione di risorse fossili non rinnovabili* relativa all'energia richiesta dai processi [Fig. 6.30], la soluzione progettuale **meno impattante** risulta essere la *versione 1* in cui vengono *riutilizzati totalmente materiali di sfrido* (0,4 Kg*CO₂eq e 7 MJe), mentre la **peggiore** dal punto di vista delle prestazioni ambientali risulta essere la *versione 2 in cui viene utilizzato esclusivamente semilavorato nuovo* (0,8Kg*CO₂eq e 13,4 MJe), risultato della maggiore massa di materiale coinvolta. La versione 2 in cui si riutilizzano i 2 tubolari di sfrido (0,5 Kg*CO₂eq e 9,3 MJe) risulta essere vantaggiosa a livello ambientale rispetto alle soluzioni in cui si parte totalmente da semilavorato nuovo, ma è più impattante rispetto alla versione 1 che riutilizza esclusivamente tubolari di sfrido.

Dalle **valutazioni economiche e ambientali** condotte nel caso studio è emerso come i risultati ottenibili da architetture compositive di prodotto diverse, sviluppate a partire dalla stessa tipologia di materiale di sfrido, possano definire degli *scenari produttivi molto eterogenei tra loro*, da analizzare dunque caso per caso al fine di stabilire la validità o meno di un progetto basato sul riutilizzo di materiale di sfrido.

Figura 6.29
Surriscaldamento globale causato dalla produzione del corpo metallico dell'appendiabiti nelle 4 soluzioni progettuali

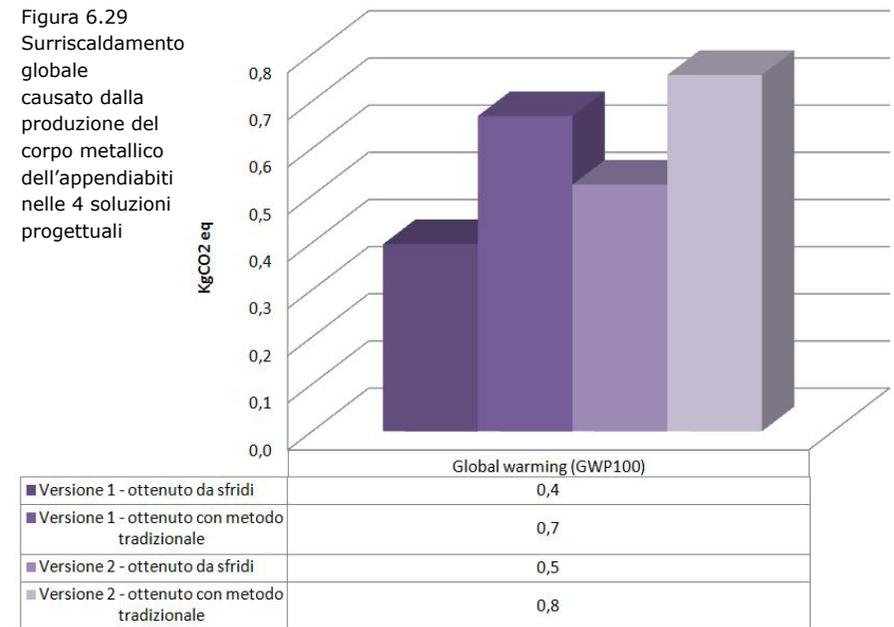
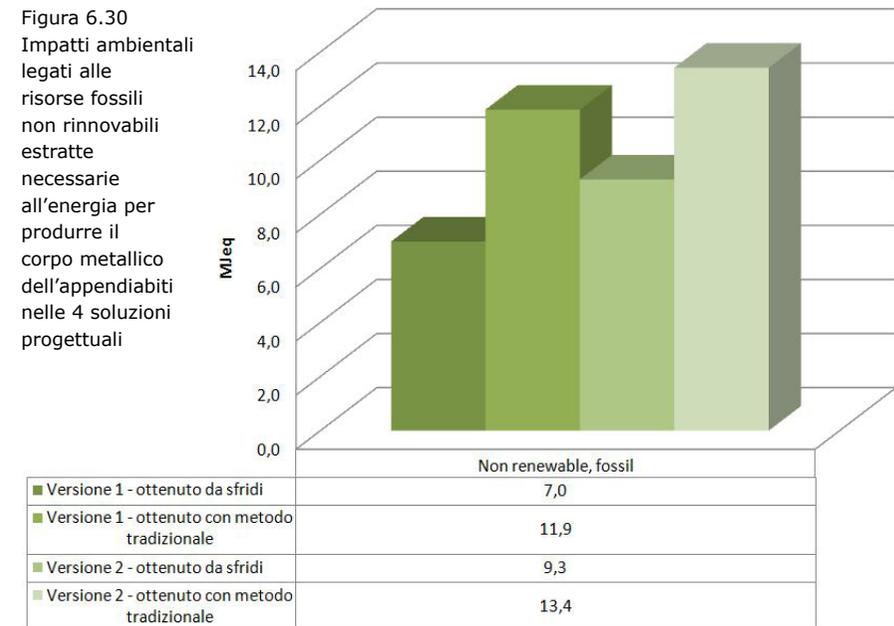


Figura 6.30
Impatti ambientali legati alle risorse fossili non rinnovabili estratte necessarie all'energia per produrre il corpo metallico dell'appendiabiti nelle 4 soluzioni progettuali



6.2 Caso studio materiali polimerici

Contatto aziendale

L'azienda di questo caso studio opera nel territorio italiano realizzando componenti in *materiale polimerico* ottenuti per **termoformatura sottovuoto** di lastre di dimensioni standard (principalmente ABS, PS, PC-ABS, PC).

La produzione annuale di rifiuti (scarto+sfrido) in relazione a questo processo produttivo riguarda un quantitativo percentuale molto maggiore rispetto al caso di carpenteria metallica presentato in precedenza: per lo specifico scenario produttivo dell'azienda in questione, circa il *50% del materiale* (in massa) in ingresso risulta *inutilizzabile* dopo il processo di stampaggio e viene *destinato a riciclaggio*. Gli sfridi e gli scarti vengono *suddivisi per tipologia di polimero* e disposti in box per essere prelevati e trasportati prima agli impianti di *macinazione* e successivamente agli impianti di *estrusione* per l'ottenimento di *nuove lastre standard*. L'introito dell'azienda medio relativo alla vendita all'azienda di macinazione di scarti e sfridi prodotti oscilla in base alla tipologia di polimero dagli 0,6 agli 0,9 €/Kg.

Il processo di termoformatura prevede il riscaldamento della lastra polimerica fino al punto di rammollimento. La lastra rammollita viene posizionata sopra lo stampo e tramite aspirazione di aria viene creato il vuoto che fa aderire il polimero alla superficie dello stampo. I componenti ottenuti dopo lo stampaggio tuttavia, per rispondere alle specifiche di progetto, necessitano di una postlavorazione successiva di taglio, che in azienda viene effettuata principalmente con frese cnc a 3 o 5 assi, oppure manualmente quando il materiale non consente di utilizzare le macchine (come nel caso del PVC).

La visita in azienda ha fatto emergere un *notevole quantitativo* di componenti termoformati che danno origine alla produzione di sfridi, diversi tra loro per caratteristiche geometriche, formali, chimiche. Tuttavia, sebbene gli sfridi analizzati siano di diverse tipologie e presentino diverse caratteristiche, *non è stato possibile* in questo caso dopo la fase 2 di Analisi dello sfrido inevitabile riuscire a *sviluppare delle valide idee progettuali* in grado di riutilizzare i componenti di sfrido al fine di ideare prodotti d'uso con un senso a livello industriale.

Viene ora portata ad esempio di quanto appena detto *una delle tipologie* di sfrido prodotte dall'azienda che non hanno permesso di sviluppare idee progettuali in successione alla fase 2. Lo sfrido in questione deriva dal processo di taglio con

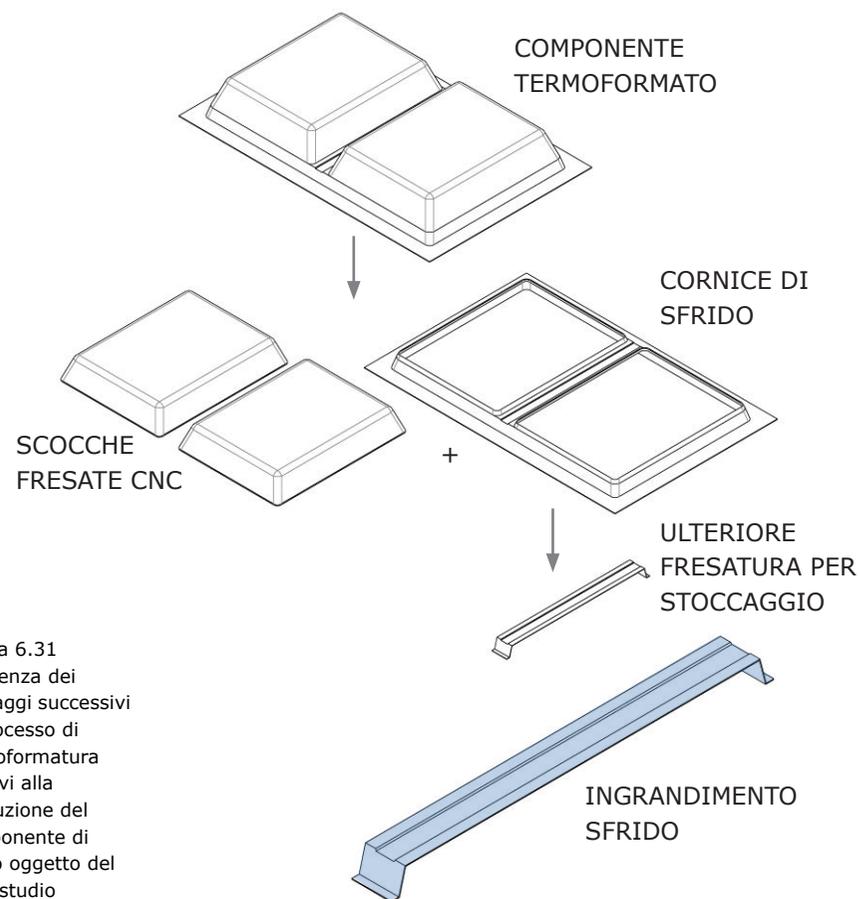


Figura 6.31
Sequenza dei passaggi successivi al processo di termoformatura relativi alla produzione del componente di sfrido oggetto del caso studio

fresa cnc di due scocche termoformate ottenute nella stessa fase di stampaggio da una sola lastra. Il processo viene *schematizzato* in Fig. 6.31. Le immagini rappresentate per motivi di riservatezza sono solo indicative e servono per comprendere a livello figurativo i passaggi legati alla produzione dello sfrido.

Applicazione metodo

FASE 1 - OTTIMIZZAZIONE DELLO SFRIDO

Come definito dal metodo, la *Fase 1 di Ottimizzazione dello sfrido* riguarda la fase di progettazione del componente e quindi in questo caso l'ufficio tecnico dell'azienda produttrice. Come nel caso studio precedente si è intervenuto sui

parametri geometrici, scegliendo un semilavorato compatibile a livello dimensionale con le scocche da ottenere, utilizzando una lastra abbastanza grande dalla quale ricavare i *due componenti finiti* con una sola fase di stampaggio sottovuoto e le successive fasi di *fresatura*.

FASE 2 - ANALISI DELLO SFRIDO INEVITABILE

L'ufficio tecnico dell'azienda ha definito dunque come maggiormente vantaggiosa a livello produttivo questa soluzione operativa per la realizzazione delle due scocche ottenute per termoformatura. A questo punto dell'applicazione del metodo si passa alla *Fase 2 di Analisi dello sfrido inevitabile*, non tanto della cornice di sfrido totale quanto del *componente di sfrido ulteriormente fresato per lo stoccaggio* (ingrandimento in blu di Fig. 6.31); i risultati dell'analisi sono state schematizzate in Fig. 6.32.

- **Analisi produttiva.** Il materiale del componente in questione è un *ABS termoplastico amorfo*. Gli step procedurali relativi alla sua produzione sono dunque costituiti da una primaria fase di *stampaggio sottovuoto* della lastra polimerica di dimensioni standard, dalla quale si ottiene un componente unico che viene tagliato con un *processo di fresatura cnc* a 5 assi. Il risultato di quest'ultima operazione consiste nell'ottenimento delle due scocche (i componenti finiti) e una cornice di sfrido che viene ulteriormente fresata e spezzata in parti irregolari per facilitare le operazioni di stoccaggio. Il componente oggetto del caso studio tuttavia deriva dal processo di fresatura e non presenta variabilità o irregolarità. Il singolo pezzo pesa circa 225g, per una produzione annuale di 1000 pz/anno. L'azienda rivende il materiale di sfrido ad un terzista a circa 0,7€/Kg.
- **Analisi funzionale.** Si può dire che complessivamente la forma del componente sia *tridimensionale e a parete sottile*. La superficie del componente è *liscia* e si sviluppa in senso longitudinale, con due aree piane di appoggio alle estremità e una *scanalatura* lungo tutta l'area principale di sviluppo del pezzo. Non sono presenti cavità sul componente. I 4 bordi dello sfrido presentano del residuo truciolare derivato dal processo di fresatura e angoli appuntiti in quanto non è stato previsto ovviamente nessun tipo di raccordo per questo componente di rifiuto.
- **Analisi dimensionale.** Il componente come si è detto *si sviluppa in lunghezza*, per un ingombro complessivo di 950x100x60 mm e uno spessore

di 2mm. La serialità del processo e la tipologia di tecnologia non genera sfridi diversi uno dall'altro, per cui non c'è un intervallo dimensionale di riferimento: i pezzi sono *dimensionalmente tutti uguali*. La sezione resistente del pezzo è di 220 mm².

- **Analisi meccanica.** Il *modulo di Young* dell'ABS in questione è di circa 2,2 GPa, per un *limite elastico* di circa 34 MPa. La *resistenza a trazione* del materiale del componente è di circa 38 MPa, per un'invece maggiore *resistenza a flessione*, pari a circa 60 Mpa. Dal punto di vista della *lavorabilità*, il componente può essere macinato e portato a rammollimento durante il processo di riciclaggio per ottenere nuovi semilavorati. Nel caso invece si voglia intervenire su di esso con un'applicazione progettuale che miri al suo riutilizzo, lo sfrido può essere *fresato, forato* e possono essere utilizzati alcuni tipi di rivestimenti/decorazioni superficiali (come verniciature o tamponature).
- **Analisi fisica.** Per quanto riguarda le *proprietà termiche*, il punto di rammollimento dell'ABS è intorno ai 120°C, per una temperatura di esercizio che oscilla in un range dai -30°C ai 70°C. Come si può prevedere, il polimero presenta un valore molto basso di conducibilità termica, per un valore di circa 0,23 W/(m.°C). Il coefficiente di espansione termica dell'ABS in questione è di circa 180 µstrain/°C. Dal punto di vista delle *proprietà elettriche* il materiale è assolutamente un non conduttore, per un valore di resistività elettrica molto alto di 3,5e²¹ µohm*cm. Dal punto di vista delle *proprietà ottiche* il materiale si presenta totalmente opaco. Per quanto riguarda aspetti legati alla *durabilità*, il materiale presenta ottime caratteristiche di resistenza ad agenti esterni. Gli unici casi in cui il materiale subisce sensibilmente degradabilità sono nel caso in cui entri in contatto con acidi forti o se esposto per un tempo prolungato alle radiazioni UV. Le *proprietà ambientali* evidenziano invece il fatto che l'ABS è un materiale non rinnovabile, riciclabile, con un alto valore di energia incorporata legata al riciclaggio pari a 32MJ/Kg e un quantitativo di CO₂ emessa relativamente alla produzione di 1 Kg di semilavorato riciclato di 0,45 Kg/Kg.
- **Analisi sensoriale.** Dal punto di vista *tattile* il componente è abbastanza liscio e omogeneo. Si presenta *opaco* e di un acceso blu elettrico. È *inodore*.

DEFINIZIONE POTENZIALITÀ DI RIUTILIZZO TRAMITE ANALISI:

PRODUTTIVA	FUNZIONALE	DIMENSIONALE	MECCANICA	FISICA		SENSORIALE
MATERIALE ABS	FORMA A parete sottile, piana	INGOMBRI 950x100x60mm sp. 2mm	PROPRIETÀ MECCANICHE Modulo di Young 2,2 GPa Limite elastico 34 MPa Resistenza a trazione 38 MPa Resistenza a flessione 60 MPa	PROPRIETÀ TERMICHE Temp. ramm. 120°C T max/min esercizio 70°C -30°C Conducibilità termica 0,23 W/(m.°C) Coeff. esp. termica 180 µstrain/°C	DURABILITÀ Scarsa resistenza a acidi forti e a radiazioni UV PROPRIETÀ AMBIENTALI Risorsa non rinnovabile Riciclabile Energia incorporata per il riciclaggio 32 MJ/Kg CO ₂ emessa per il riciclaggio 0,45 Kg/Kg	ASPETTI TATTILI Liscio ASPETTI VISIVI Leggermente opaco, blu elettrico ASPETTI OLFATTIVI Inodore
PROCESSO DI ORIGINE Stampaggio sotto-vuoto e fresatura	SUPERFICI E DETTAGLI Superficie longitudinale e liscia, scanalatura	INTERVALLO DIMENSIONALE Componenti tutti uguali	LAVORABILITÀ Macinazione, Rammollimento, Taglio, Foratura, Trattamenti di finitura superficiale	PROPRIETÀ ELETTRICHE Resistività elettrica 3,5 e ²¹ µohm.cm		
QUANTITATIVI PRODOTTI Unità: 225g 1000 pz/anno produzione totale: 225 Kg/anno	CAVITÀ Nessuna cavità	SEZIONE RESISTENTE 220 mm ²		PROPRIETÀ OTTICHE Opaco		
MODALITÀ DI GESTIONE Vendita (0,7 €/Kg)	BORDI ED ESTREMITÀ Residuo truciolare, angoli appuntiti					

Figura 6.32
 Analisi dello sfrido
 inevitabile oggetto
 dell'applicazione
 del metodo

FASE 3 - PROGETTAZIONE CON LO SFRIDO

La fase 2 di Analisi dello sfrido inevitabile mette in evidenza in questo caso alcune *caratteristiche* relative al componente in questione che influiscono in maniera *sostanziale* nell'ideazione di un prodotto basato sul suo riutilizzo. Lo sfrido infatti presenta delle caratteristiche formali interessanti legate al suo sviluppo longitudinale, alla scanalatura continua nella parte centrale e alle sue due estremità piane che consentirebbero un eventuale appoggio o una connessione a un terzo elemento.

Il problema principale che emerge dalla Fase 2 tuttavia consiste nella *lettura simultanea* delle *proprietà meccaniche* del materiale con le *caratteristiche dimensionali* a cui si è appena fatto riferimento: il basso valore del modulo di Young (2,2 GPa), associato a uno spessore del componente di 2mm e una distribuzione della massa del materiale nella sezione resistente del componente che si sviluppa maggiormente nel senso della base rispetto all'altezza determina delle potenziali criticità a livello di utilizzo che *vincolano in maniera sostanziale* la fase di progettazione.

Come si può vedere in Fig. 6.33, i *problemi più evidenti* del componente in un'eventuale fase di utilizzo consistono nell'eventuale applicazione di *forze torsionali*

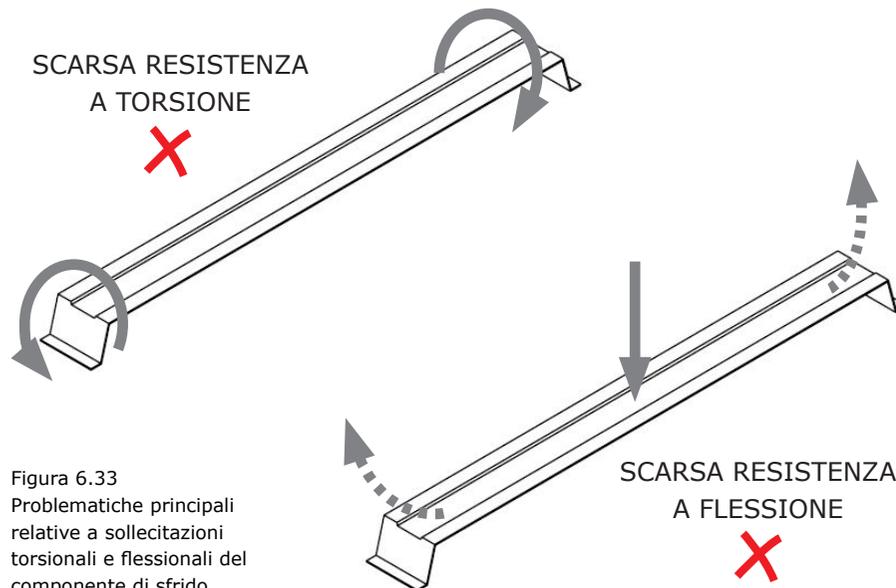
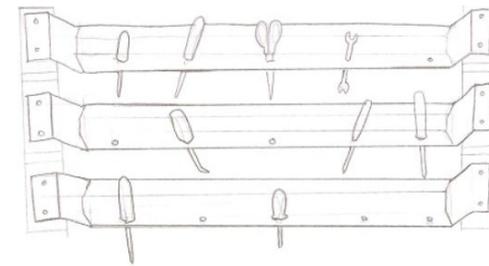


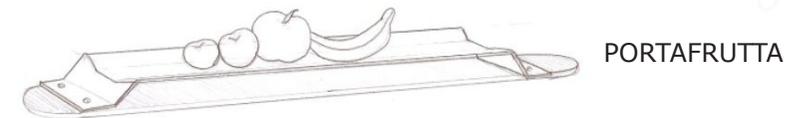
Figura 6.33
Problematiche principali relative a sollecitazioni torsionali e flessionali del componente di sfrido



RIPIANI PER UTENSILI



PORTA
ASCIUGAMANI



PORTAFRUTTA

Figura 6.34
Proposte di concept per il riutilizzo del componente di sfrido

e di flessione al centro: anche semplicemente somministrando un carico di bassa intensità le modifiche formali e il rischio di eventuale rottura del componente è così probabile che limita notevolmente l'ideazione di un prodotto industriale d'uso basato sul suo riutilizzo (a differenza invece del caso studio precedente di carpenteria metallica).

In Fig. 6.34 vengono proposte alcune proposte di *concept* basate sul principio di riutilizzo del componente di sfrido. Le superfici angolate della parte longitudinale, con un semplice intervento aggiuntivo di fresatura, potrebbe rendere il componente utile per alloggiare determinate tipologie di utensili. Nella seconda proposta, la distanza tra la parte longitudinale e la planarità delle due basi di appoggio potrebbe essere sfruttata per ottenere un portasciugamani. La terza proposta si basa invece sulla concavità della superficie longitudinale sfruttabile per un portafrutta, connesso tramite viti a una base sottostante per una maggiore rigidità.

Gli esempi di concept proposti non sono stati comunque ulteriormente sviluppa-

ti per motivazioni di tipo estetico, formale, funzionale, o comunque per il fatto che queste idee progettuali non mi hanno semplicemente portato a rispondere *in maniera soddisfacente* alle 3 domande preliminari:

- *Che funzione svolge il prodotto?*
- *Esistono in commercio prodotti con caratteristiche simili e comparabili?*
- *Ha senso a livello industriale secondo una primaria valutazione sviluppare il progetto riutilizzando gli sfridi?*

Va ovviamente ricordato che si sta facendo riferimento in questa sede allo sviluppo di *prodotti d'uso in ambito industriale*. Tuttavia, a mio personale parere, una tipologia di componente di sfrido del genere offre *notevoli potenzialità* per un possibile riutilizzo in applicazioni relative a *installazioni decorative o schermanti* per soluzioni in campo *architettonico* o di *interior design*. Alcuni esempi relativi a questi settori verranno presentati successivamente.

In conclusione, l'applicazione del metodo relativa a questo specifico caso studio ha portato a un **esito negativo**, in quanto la fase 2 di Analisi dello sfrido inevitabile ha evidenziato delle *criticità tali da non rendere possibile l'ideazione di un prodotto* in ambito industriale a partire dal riuso dello sfrido in questione. Secondo la *scala gerarchica* delle opzioni relative alla gestione dello sfrido proposta nel metodo (sulla base di quanto definito a livello europeo e nazionale in materia di rifiuti) definisce come secondaria al riutilizzo il *riciclaggio*, operazione applicabile all'ABS in questione e che effettivamente coincide con la modalità di gestione attuata dall'azienda.

6.3 Applicazione semplificata del metodo

I due casi studio presentati hanno evidenziato come il metodo possa portare a ottenere risultati diversi a seconda degli scenari progettuali. Ovviamente non è nè può essere confinabile semplicemente ai due singoli casi studio presentati, ma a seconda delle aziende, dei materiali e delle tecnologie connesse alla realizzazione di un determinato manufatto, possono delinearsi situazioni diverse da valutare volta per volta. Nel seguente paragrafo sono proposti alcuni **esempi applicativi** del metodo di *riutilizzo degli sfridi* in relazione a **prodotti esistenti** in letteratura. I casi presentati non sono relativi esclusivamente a oggetti con dimensioni produttive di scala industriale, ma servono comunque come *stimolo progettuale* per comprendere l'ampio spettro applicativo del metodo e la varietà dei settori che possono essere coinvolti. Gli *scenari progettuali* che vengono presentati sono stati *suddivisi in base al materiale utilizzato*:

- **Legno:** separè in legno multistrato che sfrutta i pannelli di sfrido derivati dalla realizzazione di tavole da skate.
- **Grafite:** matite prodotte tramite il riutilizzo di sfrido truciolare derivato dai processi di lavorazione di blocchi di grafite combinandolo con un legante polimerico.
- **Marmo:** taglieri ottenuti a partire dallo sfrido prodotto dal taglio di lastre standard in marmo tramite una fresa a controllo numerico.
- **Polimero:** elementi di arredo realizzati tramite il riutilizzo di sfridi polimerici derivati dal processo di stampaggio a iniezione.
- **Acciaio:** lampada a parete ottenuta dalla lamiera di sfrido derivata dal processo di taglio laser di componenti in acciaio per un tavolo.
- **Elastomero:** pouf ottenuti da sfridi derivati dal processo di fustellatura di rotoli in lattice per la realizzazione di soles per scarpe.

Come già accennato, questi esempi sono costituiti da oggetti prodotti su scala industriale o in serie limitata. L'intento comunque della loro presentazione è quello di fornire degli stimoli progettuali, vedendo come *sarebbe stato possibile ideare le stesse soluzioni attraverso l'applicazione del metodo*. Per la difficoltà di reperire *dati sensibili* relativi alla produzione, non sono state effettuate le valutazioni economiche e ambientali necessarie alla validazione dei vari progetti. Tuttavia il fine della presentazione di questi esempi consiste non tanto nel determinare o meno la loro *validità*, quanto nel **fornire degli stimoli al designer** e comprendere come il metodo sia applicabile a diversi scenari produttivi.

6.3.1 Legno

Il caso studio seguente consiste nella realizzazione di *separè* che riutilizzano gli sfridi derivati dal processo di **fresatura di pannelli in legno multistrato** connessi alla produzione di *tavole da skateboard*. Il prodotto è stato realizzato in edizione limitata dall'azienda americana SkateStudyHouse⁶.

Fase 1: Ottimizzazione dello sfrido

In questa fase è possibile ridurre il quantitativo di sfrido prodotto focalizzandosi sui *parametri geometrici*, distribuendo in *maniera ottimizzata le sagome* delle tavole da skate *sul semilavorato multistrato* di partenza in modo tale che il quantitativo di materiale residuo dalla fresatura sia ridotto il più possibile garantendone lo stesso la fattibilità realizzativa.

Fase 2: Analisi dello sfrido inevitabile

Lo sfrido così ottenuto è costituito da un *pannello continuo* nella cui *area interna* sono visibili le *aree di taglio* delle sagome degli skate. Le principali caratteristiche che emergono dalla fase di Analisi consistono nel fatto che il pannello in legno multistrato è *leggero*, ha *ottime proprietà meccaniche* e delle caratteristiche estetiche e formali che permettono di limitare il numero di eventuali postlavorazioni su di esso.

Fase 3: Progettazione con lo sfrido

I vuoti interni alla superficie (creati dalle sagome degli skate tagliate) creano un *pattern decorativo* sull'area del pannello. Le dimensioni e la forma di quest'ultimo hanno portato a ideare la *struttura per un separè* costituita da tre pannelli tagliati disposti in verticale connessi tra loro tramite *cerniere* in metallo (*MP1 bassa postlavorazione dello sfrido*, *MP2 prodotto ibrido con necessità di connessione*) che permettono di tenere in posizione verticale il prodotto e creare configurazioni di arredo diverse all'interno di un ambiente.

I passaggi procedurali dalla fase iniziale di produzione alla realizzazione del prodotto supponendo che fosse stato applicato il metodo sono rappresentati in Fig. 6.35

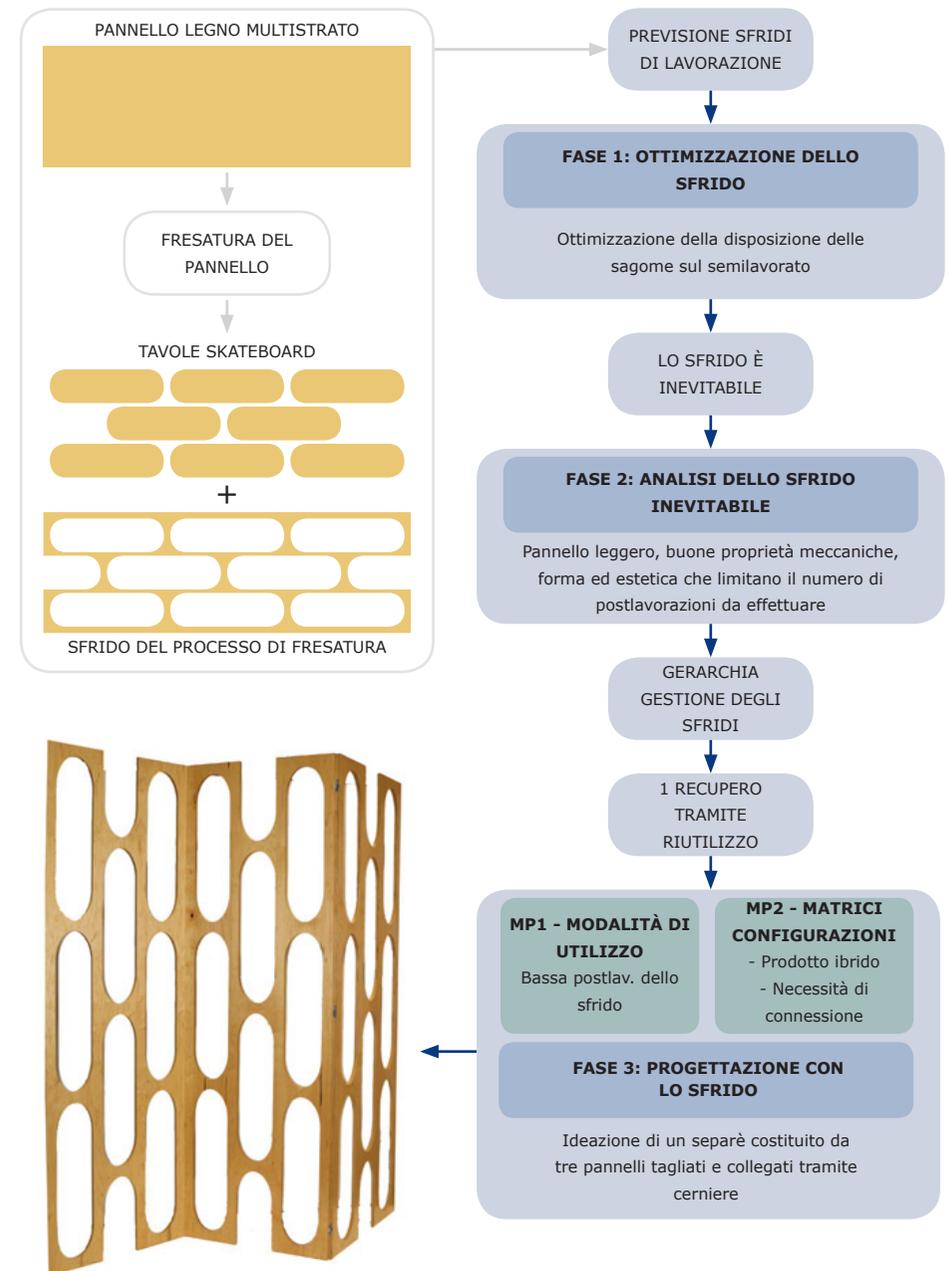


Figura 6.35 Applicazione semplificata del metodo per il separè di SkateStudyHouse che riutilizza gli sfridi di legno multistrato derivati dalla realizzazione di tavole da skate
Fonte: www.skatestudyhouse.com

6 www.skatestudyhouse.com (ultima conn. al sito: 17-02-2013)

6.3.2 Grafite

Questo caso studio consiste nella produzione da parte dell'azienda italiana Alisea⁷ di *matite* ottenute per stampaggio a iniezione *riutilizzando lo sfrido truciolare* prodotto da una seconda azienda italiana derivato dalle lavorazioni di **taglio, fresatura e tornitura** di blocchi semilavorati in *grafite* per l'ottenimento di elettrodi per il processo di elettroerosione.

Alisea è un'azienda che opera principalmente sul territorio italiano nell'ambito del riuso e del riciclaggio, fungendo da network di connessione tra produttori di rifiuti industriali (che coincidono spesso con la committenza di un progetto) e riprocessatori in grado di lavorare i rifiuti.

Il caso studio in questione riguarda dunque il *riutilizzo della grafite di sfrido* prodotta grazie alla combinazione di due realtà operative entrambe sul territorio nazionale. Sulla base delle informazioni messe a disposizione dall'azienda produttrice di elettrodi, il processo di ottenimento del *semilavorato di grafite* parte dall'estrazione della materia prima e da una sua primaria frantumazione. Il materiale così ottenuto viene selezionato, miscelato e nuovamente frantumato, per poi essere (dopo un'ulteriore fase di selezione) compattato in blocchi che vengono cotti in forni dedicati attraverso i quali è possibile realizzare la grafitazione, ottenendo così il prodotto finito e pronto per essere lavorato. Le proprietà fisiche della grafite la rendono uno dei materiali più utilizzati nella *produzione di elettrodi* per l'elettroerosione: è facilmente lavorabile con i macchinari, ha un basso coefficiente di dilatazione termica che garantisce stabilità geometrica all'elettrodo durante il processo e ha una densità molto bassa se comparata ad altri materiali altamente conduttori come ad esempio il rame, permettendo di ottenere dei prodotti al contempo prestazionali e leggeri.

Fase 1: Ottimizzazione dello sfrido

In questa fase operativa la produzione dello sfrido viene ridotto intervenendo sulle *proprietà geometriche* relative all'adattamento di dimensioni e forma degli elettrodi rispetto al semilavorato di partenza e rispetto ai processi di lavorazioni che è possibile effettuare. Prendendo in considerazione ad esempio gli elettrodi cilindrici, risulta ovvio che, per quanto ottimizzabile, la loro realizzazione, che avviene a partire dal taglio/fresatura e tornitura dei blocchi semilavorati necessariamente genera del materiale residuo truciolare da gestire. Nel caso spe-

cifico la grafite non può essere riciclata per ottenere nuova materia prima con la quale produrre altri elettrodi, per cui la sua modalità di gestione principale consiste nel deposito in discarica.

Fase 2: Analisi dello sfrido inevitabile

La grafite, allo stato aggregato, ha un comportamento fragile, in quanto costituita da strati bidimensionali sovrapposti connessi tra loro da legami chimici deboli, caratteristica che ne permette lo scorrimento uno sull'altro nel momento in cui entra in contatto con una superficie ruvida (il principio fisico sfruttato nelle matite). Lo sfrido prodotto dai processi appena descritti si presenta sotto forma di *polvere fine*. L'azienda produce annualmente un quantitativo di elettrodi che si aggira intorno alle *15000 unità/anno*, variabili per dimensioni e forme.

I semilavorati di partenza sono piuttosto costosi, per un valore medio del prezzo di acquisto che oscilla intorno ai 16 €/Kg in base alle diverse qualità di grafite utilizzata. Il quantitativo di *sfrido generato* sotto forma di polvere in questo caso varia *dal 50% all'80% del quantitativo in massa del materiale in entrata*.

L'azienda genera annualmente circa *10 tonnellate di polvere di grafite* all'anno (oltre alla produzione di scarto e sfrido non truciolare qui non considerato), pagando circa *8500€ per il suo smaltimento*, che consiste nel prelievo da parte di terzi dei sacchi di polvere di grafite per depositarla sul suolo in discarica, in quanto la grafite non è riciclabile (inteso nella sua accezione primaria), ovvero non è possibile ottenere nuovamente dei blocchi semilavorati da questa polvere residuale. La grafite è inerte e atossica per il suolo, ma facile intuire come questa tipologia di smaltimento non costituisca un vantaggio in termini ambientali, considerando inoltre che si tratta di una risorsa non rinnovabile.

Altre *proprietà fisiche* del materiale degne di nota sono costituite dal suo alto valore di *conducibilità termica* (circa 200 W/m.°C) e dal *basso valore di resistività elettrica* (per un valore medio di circa 2500 µhm*cm). Entrambe queste caratteristiche potrebbero essere sfruttate per altre declinazioni progettuali al di fuori di quella ideata da Alisea con il caso specifico della matita.

Fase 3: Progettazione con lo sfrido

La fase 2 di Analisi dello *sfrido inevitabile* ha dunque evidenziato un materiale con determinate caratteristiche che si presenta sotto forma di *polvere fine*. L'idea di Alisea è stata quella di sfruttare le caratteristiche formali e fisiche di questo materiale di sfrido per ottenere un *materiale composito* in grado di replicare la *funzione di scrittura* su carta delle *matite tradizionali*. Per poter realizzare la matita è stata sviluppata una *mescola* particolare combinando la polvere di sfrido di grafite con un *legante tecnopolimerico termoplastico* in grado

⁷ www.alisea.it (ultima conn. al sito: 18-03-2013)

di ottenere un composito costituito *fino all'80% da grafite di sfrido*. Il composito così ottenuto ha dato modo di realizzare la matita *Perpetua (MP1: Nessuna postlavorazione dello sfrido, MP2: prodotto ibrido senza necessità di connessione)*, ottenibile tramite *costampaggio a iniezione*. L'iniezione inoltre non genera praticamente sfridi, in quanto le materozze e i canali di iniezione residui dello stampaggio vengono *direttamente reintrodotti in tramoggia* per un nuovo ciclo produttivo senza inficiare sulla qualità. Sebbene sia un oggetto semplice, la matita di Alisea presenta almeno *due caratteristiche di forte novità* rispetto alle matite tradizionali:

la prima è costituita dalla *risoluzione della caratteristica fragilità* dei corpi in grafite delle matite tradizionali, motivo per il quale per decenni sono stati progettati con due scocche in legno incollate tra loro. Il composito ottenuto invece è un *corpo unico* che risolve i problemi di fragilità grazie alla frazione polimerica che lo costituisce, per cui *la matita non si rompe né si cricca* in caso di caduta accidentale.

La ricerca della *formulazione chimica ottimale* (coperta da brevetto) ha portato all'ottenimento di un materiale che durante la fase di stampaggio a iniezione è in grado di *convogliare il legante polimerico* principalmente sullo *strato esterno* della matita, lasciando una *concentrazione maggiore di grafite in sezione al centro* del corpo della matita, caratteristica che ne permette la scrittura su carta e impedisce di sporcarsi le mani durante l'utilizzo grazie appunto a questa sorta di strato protettivo.

Il processo di stampaggio a iniezione consente di ottenere lotti produttivi annuali molto grandi (ordine di grandezza 10^5 pz/anno) a costi relativamente contenuti, aspetto che permette ad Alisea di riutilizzare interamente le 10 tonnellate di sfrido in polvere prodotte dall'azienda di elettrodi. Grazie a questo processo, il materiale può essere classificato non più come *materia di rifiuto* ma come *materia prima secondaria*, evitando dunque i *costi di smaltimento* a essa associati (gli 8500€/anno) e la deposizione del materiale sul suolo in discarica, diventando risorsa materiale economicamente vantaggiosa per Alisea rispetto all'acquisto di eventuale materiale vergine.

I passaggi di applicazione potenziale del metodo sono schematizzati in Fig. 6.36

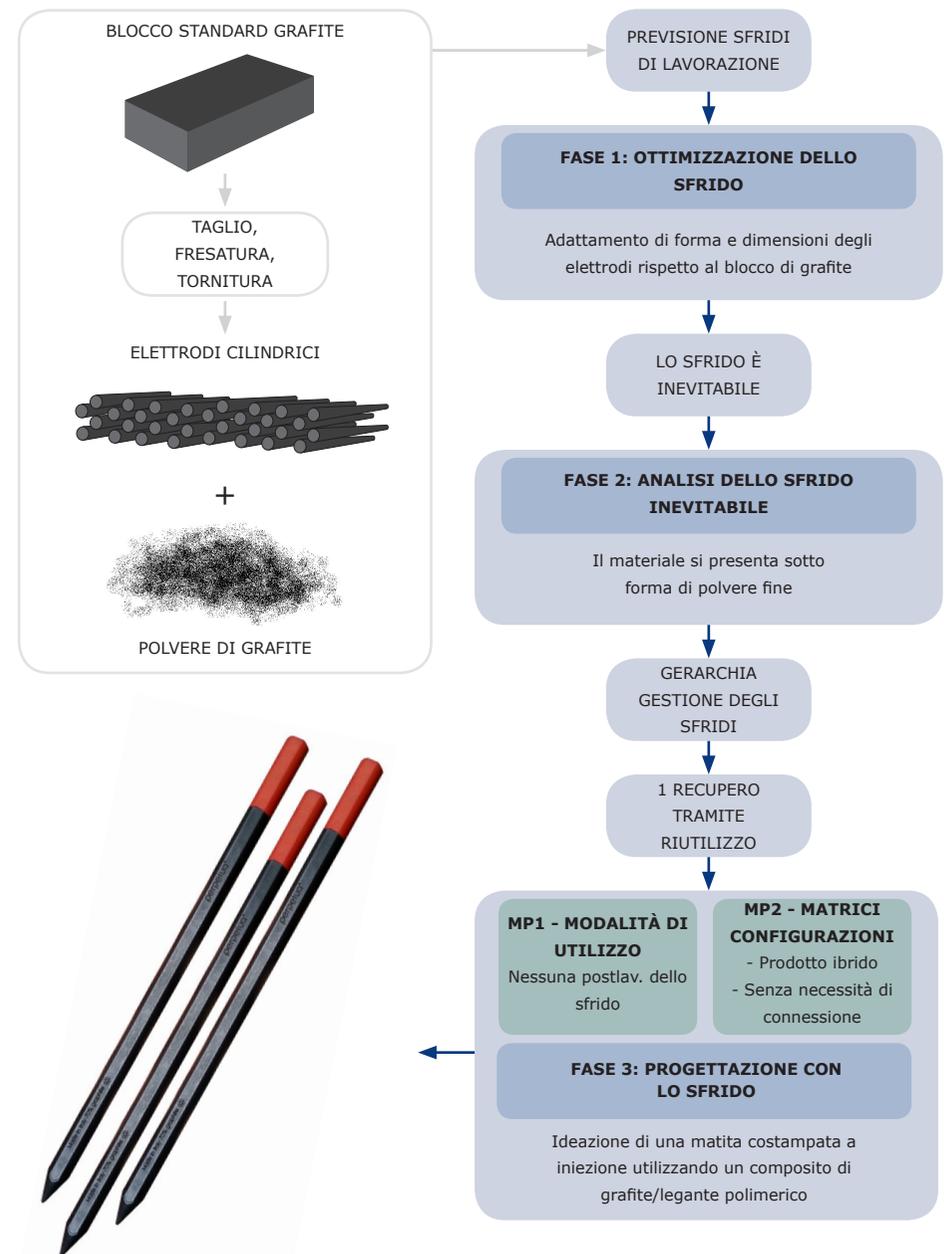


Figura 6.36 Applicazione semplificata del metodo per la matita Perpetua di Alisea che riutilizza la polvere di grafite di sfrido derivata dal taglio, fresatura e tornitura dei semilavorati

6.3.3 Marmo

Questo esempio applicativo è relativo al progetto *Bat-tagliere* di Paolo Ulian⁸ basato sul riutilizzo di sfridi derivati dal processo di **taglio con fresa cnc a tre assi** di *lastre standard di marmo* per la realizzazione di top per bagni.

Fase 1: Ottimizzazione dello sfrido

A livello operativo in questa fase si è intervenuto sui *parametri geometrici* adattando il più possibile le dimensioni del componente da realizzare a quelle del semilavorato di origine e sui parametri formali: la semplificazione del progetto (lastra rettangolare) determina una minore produzione di materiale eccedente. *L'apertura ovale* sulla lastra per l'accesso al lavabo genera lo sfrido di interesse del progetto.

Fase 2: Analisi dello sfrido inevitabile

Il pezzo di sfrido ha dimensioni ridotte (46x30cm) e una massa (5,7Kg) che ne permette la manipolazione da parte di una singola persona. L'inserimento della fresa nel semilavorato crea nella parte superiore dello sfrido in marmo un'apertura circolare, accorgimento tecnico necessario che permette alla fresa di compiere *efficacemente e con precisione il percorso di taglio*. Il componente di sfrido viene prodotto per quantitativi che si aggirano intorno ai 200/300 pz/anno e si presenta già *lucidato* (in quanto la lucidatura viene effettuata prima del taglio sul semilavorato integro), evidenziando le caratteristiche striature del marmo.

Fase 3: Progettazione con lo sfrido

Il componente di sfrido è stato riutilizzato dal designer per l'ideazione di un *tagliere da cucina*, oggetto in cui il marmo per le sue caratteristiche trova spesso applicazione. *L'operazione non necessita praticamente di interventi di postlavorazione* (MP1: *Nessuna postlavorazione dello sfrido*, MP2: *Prodotto ibrido senza necessità di connessione*) e sfrutta l'apertura derivata dall'inserimento della fresa nella lastra come *gancio* per appendere il tagliere alla parete in fase di non utilizzo tramite l'ausilio di un laccio in cuoio.

La schematizzazione semplificata dei potenziali passaggi del metodo nell'ideazione di questo progetto è proposta in Fig. 6.37

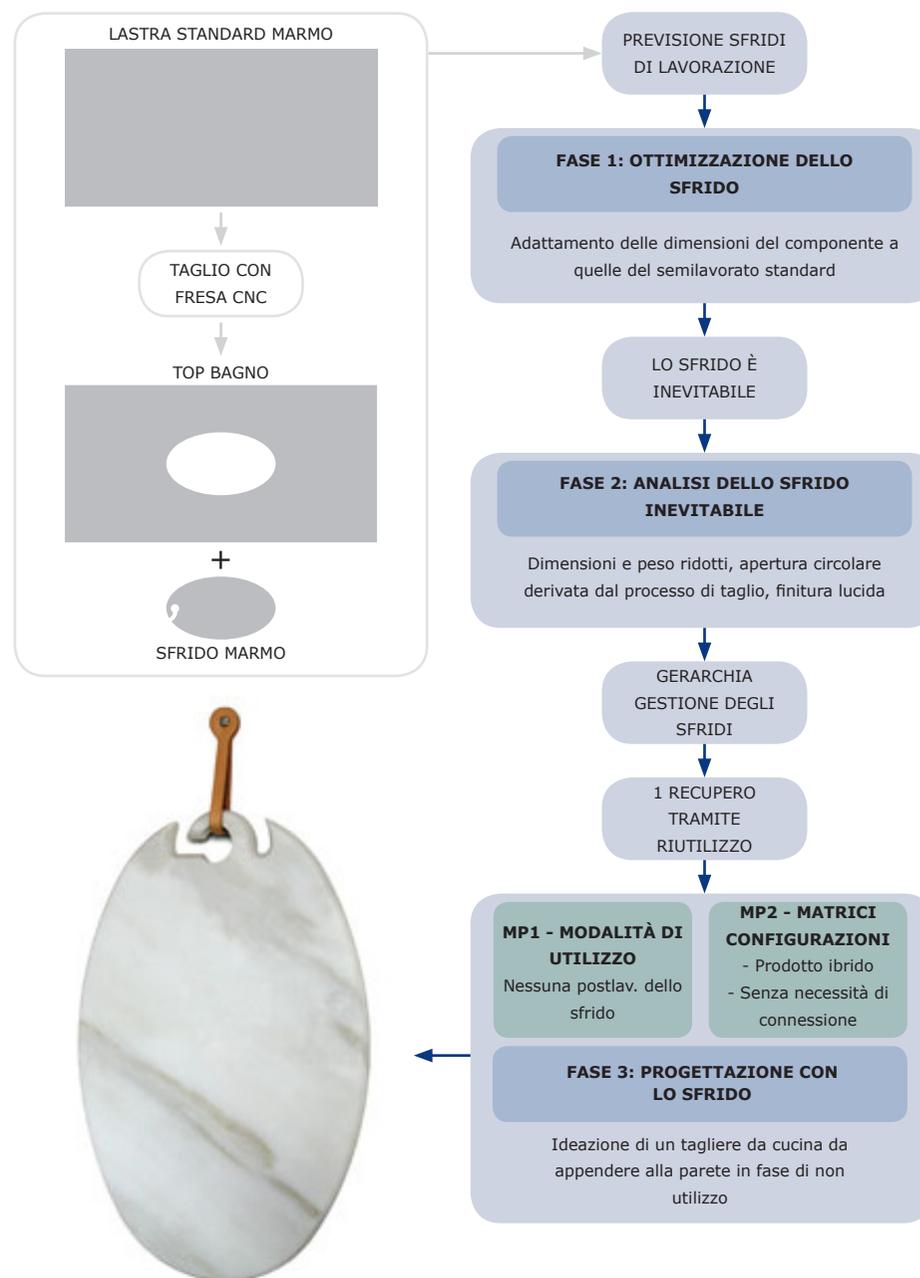


Figura 6.37 Applicazione semplificata del metodo per il progetto Bat-Tagliere di Paolo Ulian che riutilizza lo sfrido in marmo derivato dal taglio cnc di lastre per ottenere top per bagni
Fonte: www.paouloulian.it

⁸ www.paouloulian.it (ultima conn. al sito 26-02-2013)

6.3.4 Polimeri

Il caso studio presentato relativo ai materiali polimerici è costituito da alcuni *elementi di arredo* ideati dal designer olandese Christian Kocx⁹ realizzati in edizione limitata che riutilizzano gli sfridi derivati dalla produzione di *componenti* ottenuti per *stampaggio a iniezione*.

Fase 1: Ottimizzazione dello sfrido

Il processo di iniezione in questo caso produce sfrido sotto forma di *materozze*, cioè dei canali di iniezione che consentono al polimero di *fluire nello stampo* e ottenere la forma del componente. Queste materozze tuttavia non fanno parte del componente finito e quindi vengono rimosse. L'ottimizzazione in questo caso è relativa alle *proprietà geometriche* e consiste nel *ridurre il più possibile* durante la definizione del processo la *massa dei canali di iniezione* senza inficiare tuttavia su aspetti qualitativi/produttivi.

Fase 2: Analisi dello sfrido inevitabile

Le caratteristiche dello sfrido evidenziano a livello formale un *componente longitudinale* di ridotte dimensioni (associabile schematicamente a un *cilindro* di 100mm diam.3mm). Il materiale è un *polimero termoplastico*, in grado dunque di *modificare* la sua *geometria* e la sua *viscosità* se sottoposto a *calore*. Per questa sua caratteristica, relativamente alla fase di smaltimento, il materiale viene *macinato* e ulteriormente lavorato per ottenere *pellet riciclati*, di qualità inferiore rispetto a quello vergine, da destinare a una nuova fase di stampaggio.

Fase 3: Progettazione con lo sfrido

Il progetto si basa sulle *proprietà termoplastiche del materiale polimerico*. Gli sfridi sono stati posti in un apposito stampo in grado di connetterli solidamente tra loro tramite *somministrazione di calore* (utilizzando un quantitativo di energia inferiore rispetto a quella richiesta da tutte le fasi relative al processo di riciclaggio). Il prodotto di arredo così ottenuto (*MP1: Media postlavorazione dello sfrido*, *MP2: Prodotto di solo sfrido, con necessità di connessione*), seppur prodotto in edizione limitata e sicuramente non classificabile come prodotti, consente di riutilizzare migliaia di sfridi polimerici derivati dallo stampaggio a iniezione. Lo schema dei passaggi del metodo del caso proposto viene sintetizzato in Fig. 6.38.

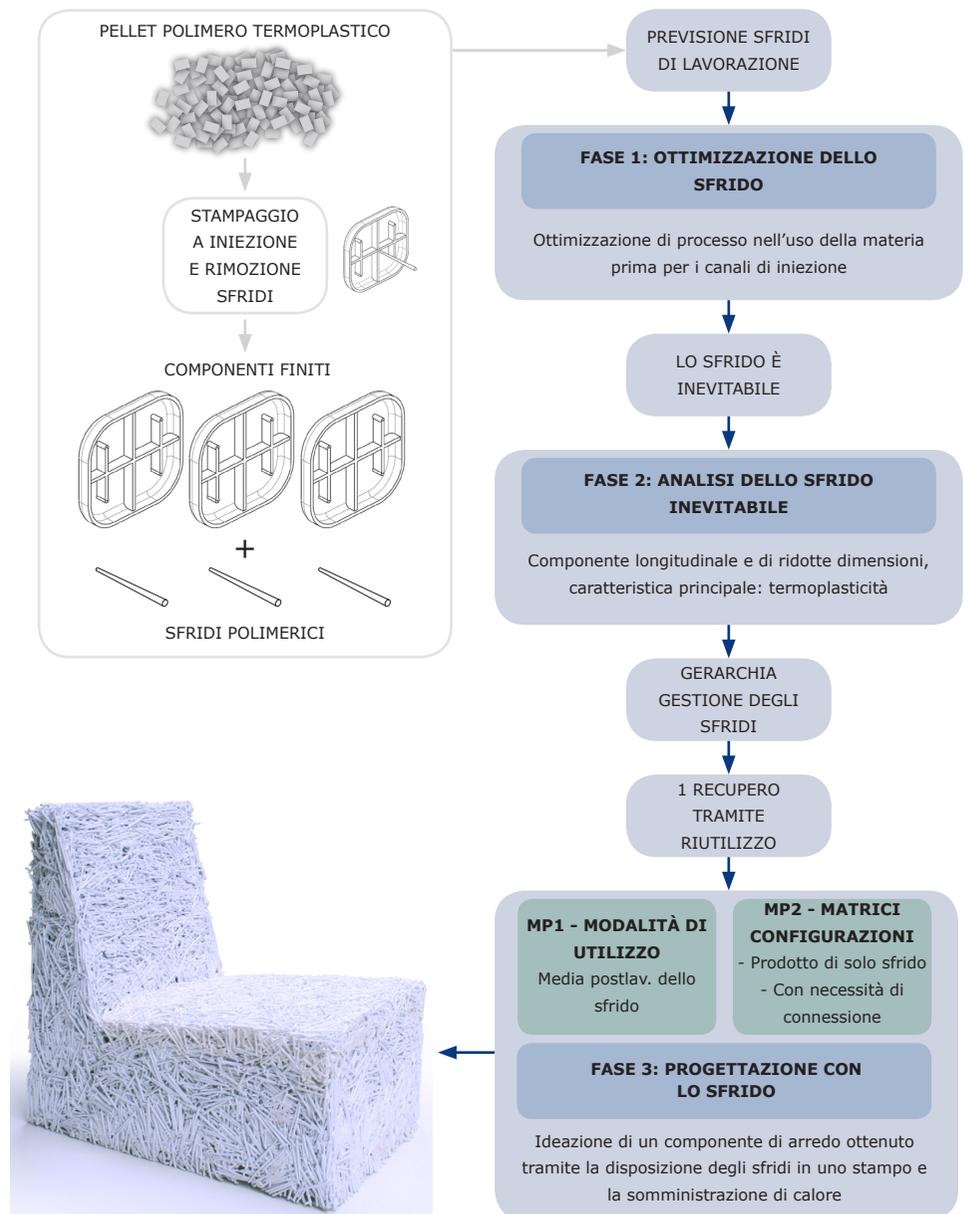


Figura 6.38 Applicazione semplificata del metodo per il progetto Non-woven chair di Christian Kocx che riutilizza lo sfrido in polimero termoplastico derivato dal processo di stampaggio a iniezione. I componenti stampati a iniezione sono presentati solo a titolo esemplificativo e non corrispondono a quelli realmente prodotti

Fonte: www.kocxontwerpen.nl

6.3.5 Metallo

Questo caso studio fa riferimento a un progetto di Broggedesign¹⁰ relativo al riuso dello sfrido derivato dal processo di **taglio laser** di una *lamiera in acciaio* utilizzata per l'ottenimento di due gambe per il tavolino basso T-able, prodotto proposto al Salone del Mobile di Milano nel 2010.

Fase 1: Ottimizzazione dello sfrido

In questo specifico caso in realtà *l'ottimizzazione e l'adattamento* delle dimensioni dei componenti a quelle del semilavorato di partenza (parametri geometrici) *non sono state tenute particolarmente in considerazione*, come dimostra l'ampiezza dell'area inutilizzata della lamiera che costituisce lo sfrido vero e proprio. Un semplice *accostamento dei due componenti* da tagliare al laser consentirebbe di ottenere un risparmio notevole di rifiuto prodotto.

Fase 2: Analisi dello sfrido inevitabile

Come appena detto, lo sfrido relativo a questo caso specifico non è definibile come inevitabile, in quanto potrebbe essere ampiamente ottimizzato e ridotto. La sua analisi tuttavia evidenzia come a livello formale la lamiera di sfrido (750x400x3mm e circa 5,3Kg in massa) sia essenzialmente una *cornice rigida* (modulo di Young dell'acciaio 210GPa) con *due aperture*, corrispondenti agli ingombri delle gambe del tavolo.

Fase 3: Progettazione con lo sfrido

Il progettista ha pensato di riutilizzare il componente planare rigido di sfrido sfruttando l'area retrostante al componente per disporre un *gancio* che sorregge la lamiera e sulla quale alloggiare una *lampada fluorescente* che può diffondere la sua luce attraverso le due aperture derivate dal processo di taglio. Dopo la fase di *verniciatura*, il prodotto che viene così a definirsi (*MP1: Media postlavorazione, MP2: Prodotto ibrido con necessità di connessione*) è appunto una lampada a parete essenzialmente di *carattere decorativo*, effettivamente prodotta in edizione limitata nel 2012.

La schematizzazione della potenziale applicazione del metodo per questo caso studio è presentata in Fig. 6.39.

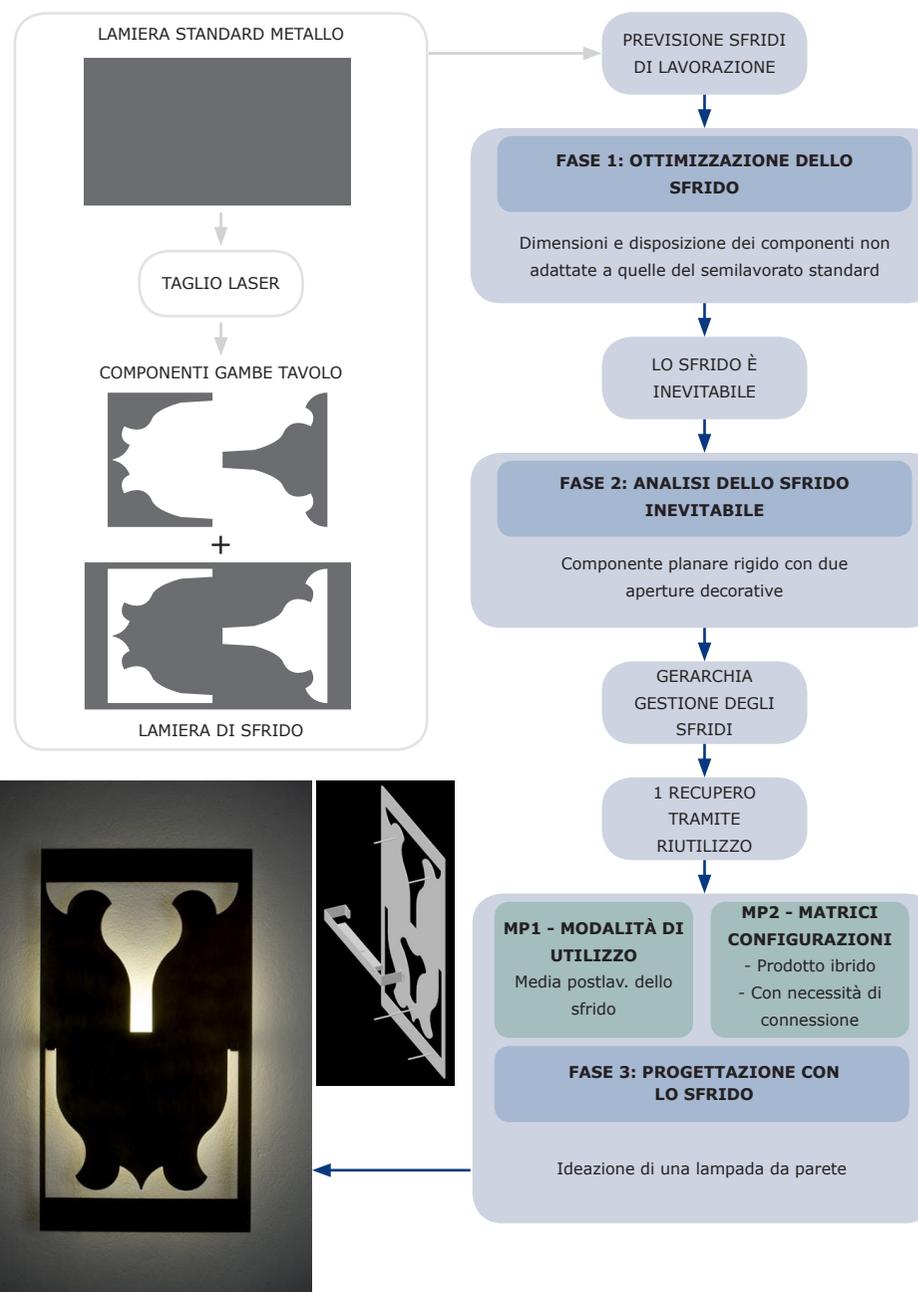


Figura 6.39 Applicazione semplificata del metodo per il progetto T-sfrido di Broggedesign che riutilizza lo sfrido derivato dal taglio laser di una lamiera in acciaio
Fonte: www.broggedesign.com

¹⁰ www.broggedesign.com (ultima conn. al sito 27-02-2013)

6.3.6 Elastomeri

L'ultimo caso studio presentato è relativo al riutilizzo del materiale di sfrido derivato dal processo di *fustellatura* di rotoli in *lattice*, processo utilizzato nel settore delle calzature per la *produzione di soles per scarpe*. Il progetto di riuso dello sfrido è stato ideato dallo studio Ricrea¹¹.

Fase 1: Ottimizzazione dello sfrido

La *riduzione* del componente di sfrido è ottenuta in questo caso intervenendo sulle *proprietà geometriche*: attraverso una *disposizione alternata e parallela* di due coppie di sagome delle soles per impostare la fustella rispetto alle dimensioni della base del rotolo in lattice (circa 500mm) è possibile ridurre nei limiti della realizzabilità tecnica il quantitativo di materiale eccedente generato dal processo.

Fase 2: Analisi dello sfrido inevitabile

Lo sfrido ottimizzato e dunque inevitabile prodotto si presenta come un *rotolo continuo* in cui è bene in evidenza la *ripetizione costante dei vuoti* creati dalle sagome delle soles fustellate. Il rotolo di lattice ha caratteristiche meccaniche piuttosto scarse, e lo spessore sottile del materiale elastomerico determina una notevole *flessibilità* del componente.

Fase 3: Progettazione con lo sfrido

Il gruppo Ricrea ha dunque sfruttato queste caratteristiche del materiale di sfrido ideando un *pouff* (MP1: *Nessuna postlavorazione dello sfrido*, MP2: *prodotto ibrido, senza necessità di connessione*) ottenuto arrotolando su se stesso il rotolo in lattice in maniera concentrica a partire dal centro fino a ottenere un'area di seduta di circa 450mm di diametro per un peso di circa 8Kg. La base costante del rotolo (circa 500mm) rientra nel range di misure solitamente adottate per l'altezza di una seduta andando così a costituire l'altezza stessa del pouff. Attraverso un semplice serraggio dell'estremità del rotolo sugli strati sottostanti con fascette si evita lo srotolamento del foglio, garantendo stabilità al prodotto.

La schematizzazione dei passaggi del metodo per questo caso studio sono riportati in Fig. 6.40

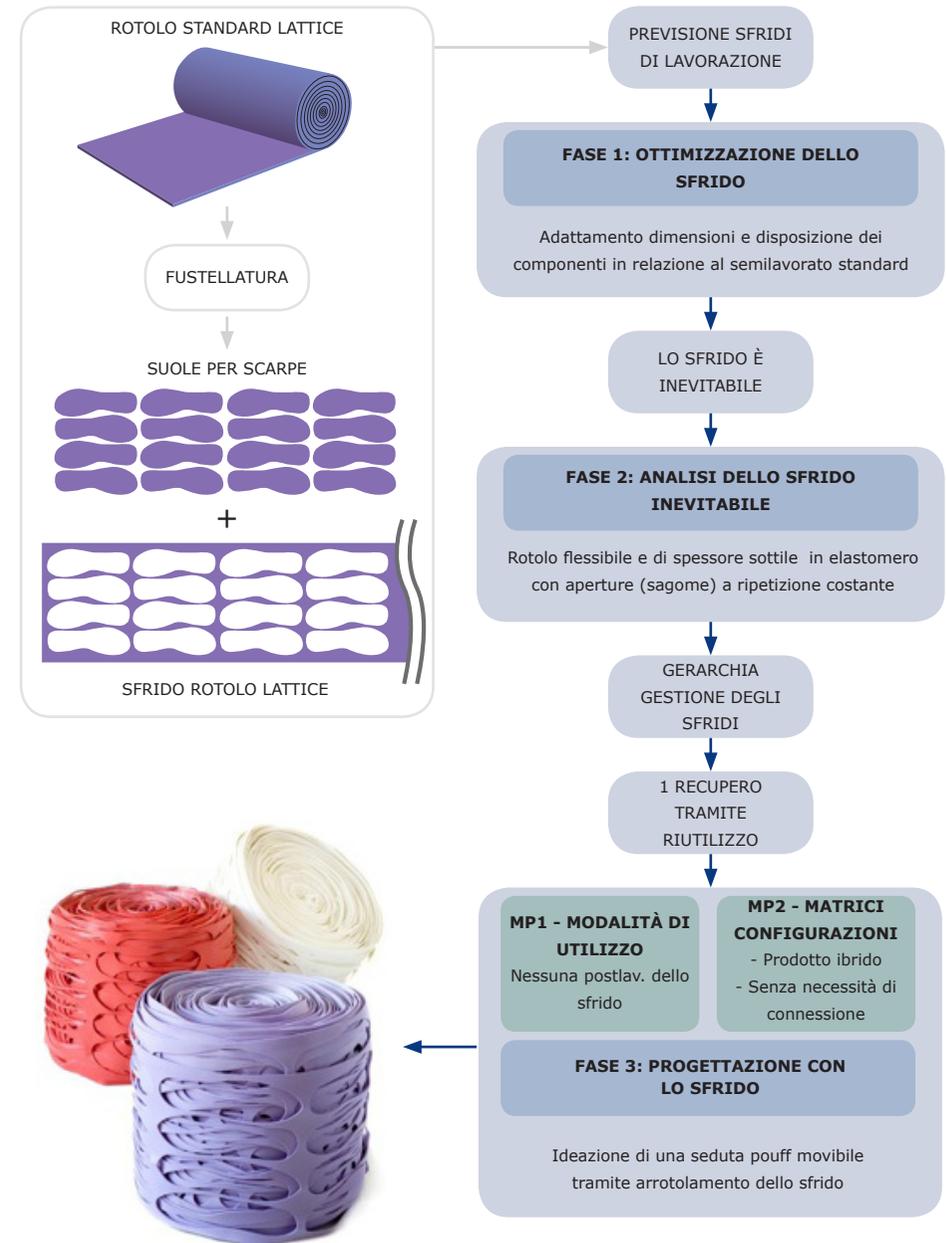


Figura 6.40 Applicazione semplificata del metodo per il progetto Latex-roll Pouff del gruppo Ricrea che riutilizza lo sfrido derivato dalla fustellatura di rotoli in lattice
Fonte: www.crearicrea.com

11 www.crearicrea.com (ultima conn. al sito 28-02-2013)

6.4 Ulteriori declinazioni progettuali

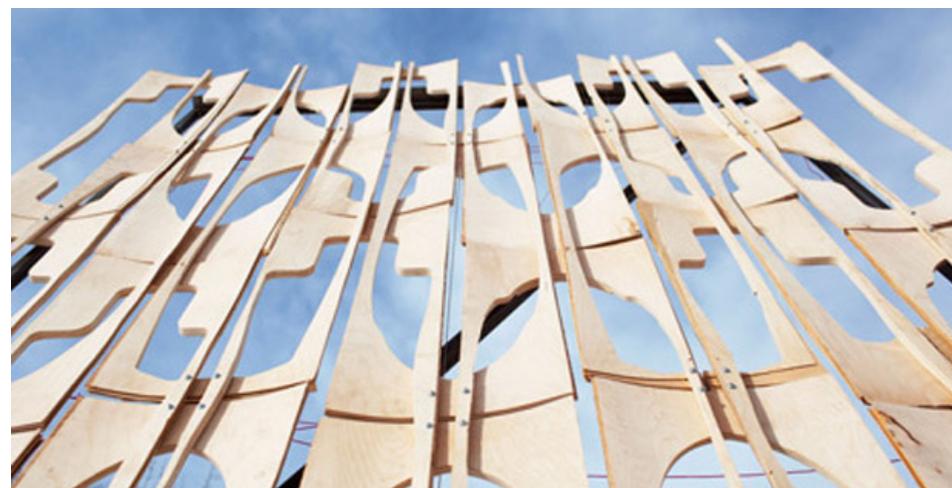
Sono stati presentati fino ad ora *diversi scenari produttivi* legati al mondo dell'*industrial design* in cui è possibile o sarebbe stato possibile (nel caso dei prodotti esistenti) applicare il metodo di riutilizzo degli sfridi. Dagli esempi proposti si può vedere come in realtà il *bacino delle tecnologie e dei processi* coinvolti sia potenzialmente molto *ampio*, aspetto che necessita l'analisi volta per volta dei singoli scenari al fine di determinare la *validità o meno* dal punto di vista *economico e ambientale* di un progetto di riuso degli sfridi.

Con questo paragrafo si vuole tuttavia aprire una *parentesi* rispetto al campo applicativo dei *prodotti d'uso*, su cui è stata focalizzata fino ad ora l'attenzione, per presentare un altro ambito progettuale in cui il riutilizzo degli sfridi potrebbe trovare a mio avviso ampia applicazione. Se da un lato la produzione seriale di un componente su scala industriale che riutilizzi gli sfridi può offrire *numerosi vantaggi di tipo economico e ambientale*, dall'altro spesso comporta numerosi vincoli progettuali e tecnologici in alcuni casi rigidi (si pensi all'impossibilità di arrivare alla fase 3 di progettazione del secondo caso studio relativo al riutilizzo degli sfridi generati dal processo di stampaggio sottovuoto). Altri scenari progettuali legati al mondo del progetto come possono essere ad esempio il campo dell'**architettura** o dell'**interior design** possono trovare negli sfridi numerosi spunti applicativi. Sono numerosi negli ultimi anni i casi di progettisti nazionali e internazionali che hanno utilizzato per installazioni e allestimenti gli *sfridi come elemento caratterizzante* del loro lavoro.

Uno dei casi sicuramente più degni di nota è costituito dal recente progetto *Party Wall* dello studio americano CODA¹², che si è aggiudicato il *2013 MoMA PS1 Young Architects Program Competition* grazie all'ideazione di un'installazione che verrà costruita a giugno 2013 a Long Island City nel cortile del PS1 Contemporary Art Center. Il progetto prevede una *struttura di base in metallo* sulla quale vengono fissati, combinandoli tra loro in maniera alternata, *sfridi* derivati dal processo di fresatura di *pannelli in legno multistrato* utilizzato nella produzione di *tavole da skateboard*. La struttura, come visibile in Fig. 6.41a e 6.41b consente di riutilizzare *centinaia di componenti di sfrido*, evitandone uno smaltimento più impattante come il recupero energetico o la dismissione in discarica, trasformandoli *da rifiuto a risorsa* e conferendo un alto grado di



Figura 6.41a e 6.41b
Progetto Party Wall dello studio americano CODA vincitore del 2013 MoMA PS1 Young Architects Program Competition che riutilizza sfridi derivati dalla produzione di skateboard
Fonte: www.complex.com



12 www.co-da.co (ultima conn. al sito 7-3-2013)

caratterizzazione formale all'installazione stessa e al luogo in cui sarà inserita.

Un altro caso studio interessante in ambito di architettura di interni è costituito dai lavori dello studio italiano Ricrea, che riutilizza materiale di sfido derivato dal processo di **fustellatura di rotoli in feltro** utilizzato per la produzione di feltrini circolari o quadrati come *tende schermanti* o *elementi di arredo* per l'allestimento di *ambienti interni* [Fig. 6.42].

In Fig. 6.43 invece viene presentato un allestimento ideato per Casabella da Patricia Urquiola in occasione del Fuorisalone del 2011. Il progetto ha previsto il riutilizzo di sfridi derivati dalla *fresatura cnc* di semilavorati in *marmo*, utilizzandoli come *elementi modulari* per la creazione di una *parete* in grado di creare caratteristici effetti di luce. Come sostiene la stessa designer:

Nell'allestimento per Casabella laboratorio la figura retorica dell'ossimoro prende forma, accostando concetti opposti: pareti di marmo in maglia intrecciata creano un movimento sinuoso e morbido, una consistenza aerea che contrasta con l'impenetrabile durezza del materiale. Strutture modulari autoportanti, che diventano filtri, di luce, di aria, ben più leggeri della lastra piena. Il negativo, gli sfridi, anch'essi tridimensionali, diventano una partizione mobile a tre strati. Una

Figura 6.42

Progetto T-Felt dello studio Ricrea che riutilizza gli sfridi derivati dalla fustellatura di rotoli i feltro per la produzione di feltrini come elemento di arredo per interni
Fonte: www.crearicrea.com



Figura 6.43

Allestimento di Patricia Urquiola per Casabella in collaborazione con Budri che sfrutta il riutilizzo di sfridi derivati dalla fresatura cnc di semilavorati in marmo
Fonte: www.budri.com

*struttura senza limiti dimensionali.*¹³

In questi tre casi è possibile constatare come il *riutilizzo degli sfridi* può avere delle *ottime potenzialità* in campi che non riguardino esclusivamente il settore del design di prodotto, mantenendo inalterato a livello concettuale *l'obiettivo principale* che sta dietro all'idea di riutilizzo, ovvero quello di **trasformare in valore e in risorsa** del materiale che viene invece tradizionalmente percepito dal sistema produttivo come semplicemente qualcosa di cui disfarsi nella maniera meno impattante possibile a livello economico e ambientale.

13 www.budri.com (ultima conn. al sito 01-03-2013)

6.5 Conclusioni

Il capitolo ha voluto presentare sotto diversi aspetti le *possibilità applicative* del metodo di **riutilizzo degli sfridi** e come queste possano portare a **esiti e declinazioni progettuali diversi** in base allo scenario produttivo a cui si fa volta per volta riferimento.

Si è presentato un primo caso studio relativo a un'azienda di *carpenteria metallica*: gli *sfridi tubolari* derivati da uno dei processi di taglio attuato in azienda ha portato grazie *all'applicazione dei passaggi procedurali del metodo* a ideare due versioni di un *appendiabiti a parete*, conducendo le valutazioni economiche e ambientali necessarie a determinare la validità o meno del progetto rispetto al caso in cui lo stesso prodotto venisse realizzato su scala industriale con semilavorati nuovi e non di sfrido.

Il secondo caso studio presentato è relativo agli sfridi prodotti dal *processo di fresatura cnc* di componenti polimerici ottenuti tramite *stampaggio sottovuoto*. In questo caso invece l'applicazione dei passaggi del metodo è stata condotta solo fino alla Fase 2 di Analisi dello sfrido inevitabile, in quanto le caratteristiche dello sfrido analizzate non hanno consentito di ideare valide proposte di concept di prodotto.

Successivamente a questi due casi studio, sono stati presentati alcuni *scenari produttivi esistenti* nel panorama del design contemporaneo che sfruttano il riutilizzo di sfridi relativi a *diverse tipologie di materiali e processi*, proponendo prodotti di analisi come se la loro ideazione fosse stata generata grazie all'utilizzo del metodo, al fine di dimostrarne il carattere generale di applicabilità e le sue potenzialità in più ambiti produttivi.

In conclusione del capitolo sono stati presentati alcuni *spunti applicativi* che si discostano leggermente da un discorso inerente al design di prodotto, mostrando come effettivamente il riutilizzo degli sfridi possa trovare notevoli applicazioni anche in settori quali l'architettura e l'interior design.

I casi presentati in questo capitolo mostrano come l'idea di trasformare del materiale di rifiuto come lo **sfrido in elemento di valore** possa portare a ottenere dei vantaggi di tipo economico e ambientale da considerare volta per volta effettuando opportune valutazioni: il carattere *qualitativo* e non vincolato a un singolo scenario produttivo del metodo consente di indirizzare il designer verso l'ideazione di prodotti basati sull'idea di riutilizzare gli sfridi con un *approccio metodologico strutturato* in grado di determinare *l'effettiva validità o meno* dell'operazione progettuale che si è intenzionati a condurre. Il senso ultimo del

metodo risiede nel tentativo di *colmare alcune delle lacune* che sono state riscontrate nel corso della ricerca in ambito di riutilizzo del rifiuto per lo sviluppo di prodotti in un'ottica di sostenibilità ambientale. Mentre infatti come si è visto nei capitoli precedenti da un lato la **ricerca scientifica e ingegneristica** molto spesso si focalizza su casi *estremamente specifici di riutilizzo* di un particolare materiale di rifiuto/sfrido finalizzati a una determinata applicazione produttiva, non presentando dunque carattere di generalità (come ad esempio il caso studio relativo al riutilizzo dei rifiuti dell'industria ceramica come aggregato nel cemento), dall'altro lato ho riscontrato all'interno del panorama del **design internazionale** un approccio alla tematica del riutilizzo dei rifiuti sicuramente *creativo, ma non strutturato e a tratti confusionario* (al di là del pur valido messaggio etico che si vuole comunicare), sfociando spesso nell'ideazione di *prodotti unici*, non riproducibili [Fig.6.44] e dal carattere artigianale se non addirittura artistico, che con difficoltà possono essere presi in considerazione in un discorso più strettamente legato al mondo del disegno industriale.



Figura 6.44
Progetto 100 chairs in 100 days di Martino Gamper in cui è stato utilizzato materiale di recupero per la realizzazione delle sedute, che risultano tuttavia essere dei pezzi unici non riproducibili
Fonte: www.therhizome.org

7. ANALISI SWOT

Analisi S.W.O.T.

Giunti a questa fase della trattazione si è dimostrato dunque come il metodo di riutilizzo degli sfridi industriali possa trovare **potenziali applicazioni in diversi scenari produttivi**, coinvolgendo un *ampio range* di tecnologie e di materiali, ottenendo dei *risultati variabili* di volta in volta a seconda dei percorsi progettuali intrapresi e delle tipologie di sfrido oggetto dell'applicazione del metodo.

A questo livello il lavoro di ricerca relativo alla presente trattazione può definirsi concluso. È corretto e utile tuttavia effettuare un'**analisi S.W.O.T.**, ai fini di inquadrare gli *aspetti positivi e le potenzialità* del metodo e capire in che modo *intervenire sui limiti* connessi alla sua applicazione in ambito industriale.

Il metodo S.W.O.T. consiste nell'analisi di un *determinato scenario progettuale*, aiutando ad individuare e comprendere le *modalità di intervento* da adottare definendo una matrice 2x2¹ [Fig. 7.1] composta da:

Strenghts (Punti di forza): I Punti di forza sono le *caratteristiche contestuali ed extra contestuali* relative all'oggetto di esame che permettono di favorirne sviluppi futuri e determinare potenziali opportunità.

Weaknesses (Debolezze): Le Debolezze riguardano invece quegli *aspetti* che possono *potenzialmente ostacolare* lo sviluppo del sistema di analisi e sulle quali bisogna intervenire per evitare che possano costituire delle *future minacce*, intervenendo invece piuttosto per trasformarle in Punti di forza.

Opportunities (Opportunities): Le Opportunità invece non riguardano il contesto attuale in cui il sistema è inserito, ma delineano dei *futuri scenari potenzialmente vantaggiosi* connessi al sistema oggetto di analisi.

Threats (Minacce): Le Minacce invece rappresentano dei *potenziali scenari futuri, eventi, situazioni di carattere negativo* che potrebbero emergere in relazione al sistema analizzato compromettendo la sua validità e applicabilità; la strategia operativa anche in questo caso consiste nella loro individuazione e nel comprendere le modalità di intervento volte alla loro *rimozione* o, ancor meglio, trasformazione in Opportunità.

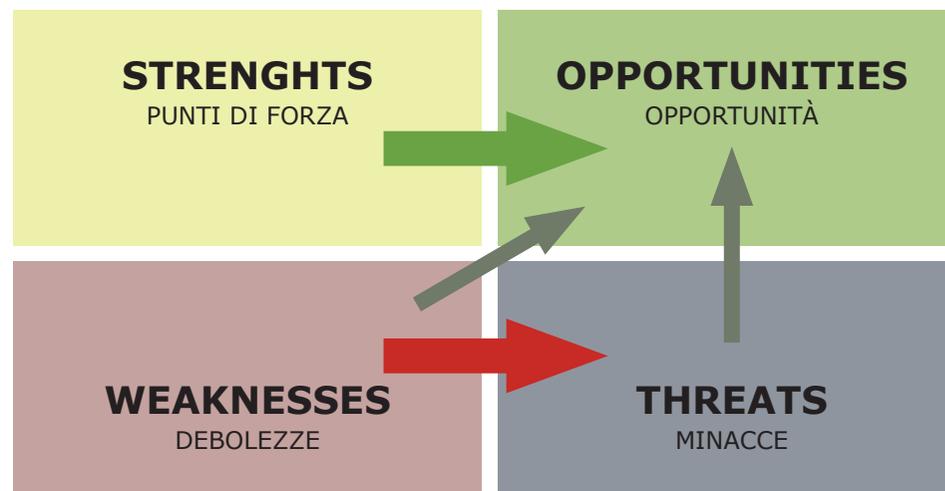


Figura 7.1

La definizione della matrice S.W.O.T. relativamente a un sistema analizzato è uno strumento di supporto per individuare e trasformare le Debolezze in Punti di Forza e le Minacce in Opportunità

¹ Williamson D., Cooke P., Jenkins W., Moreton K.M., 2004, *Strategic Management and Business Analysis*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford

Attraverso la *strutturazione di questa matrice* è possibile definire *pregi e criticità* di un particolare sistema oggetto di studio, offrendo uno strumento di supporto per definire **strategie di intervento** in grado di evidenziare gli aspetti positivi e focalizzare l'attenzione sugli aspetti negativi legati al sistema e al contesto in cui esso è inserito; la definizione degli aspetti negativi connessi al sistema è volta alla loro risoluzione e ottimizzazione, concentrando gli sforzi in modo da trasformare le Debolezze in Forze e le Minacce in Opportunità.

L'oggetto della seguente analisi S.W.O.T. consiste ovviamente nel *metodo di riutilizzo degli sfridi*, al fine di comprenderne potenzialità applicative e limiti in uno scenario produttivo di riferimento legato al mondo del disegno industriale:

STRENGTHS (PUNTI DI FORZA)

- Forte promozione da parte della *legislazione nazionale ed europea* di pratiche volte alla prevenzione e al riutilizzo dei rifiuti generati dall'industria rispetto a pratiche più energivore e impattanti come il riciclaggio, il recupero di energia o lo smaltimento in discarica
- Alto *numero di tecnologie e processi produttivi* potenzialmente coinvolti nell'applicazione del metodo
- Notevoli *quantitativi in massa di rifiuti prodotti* in ambito industriale potenzialmente oggetto di applicazione del metodo al fine dell'ideazione di prodotti
- Aumento della *sensibilità* e dell'interesse rispetto alla tematica del riutilizzo a livello nazionale e internazionale da parte della comunità scientifica e del mondo del design di prodotto
- *Approccio nuovo alla tematica* del riutilizzo dei rifiuti industriali
- Viene incentivata e promossa a livello nazionale e internazionale l'ideazione di strumenti che possono portare a ottenere dei *vantaggi* in termini di *sostenibilità ambientale*, riducendo il quantitativo di materiale di rifiuto prodotto in seguito a specifici processi produttivi
- Sintonia con le *attuali operazioni progettuali* connesse alla fase di produzione sviluppate dalla comunità scientifica volte a un *utilizzo efficiente* delle materie prime, dei semilavorati e dell'energia

WEAKNESSES (DEBOLEZZE)

- Il riutilizzo degli sfridi per l'ideazione di prodotti a partire da essi pone dei *vincoli progettuali piuttosto rigidi e limitanti* sull'architettura e sulla comples-

sità dei prodotti ottenibili

- Le dimensioni dei lotti di sfrido generati e quelli dei prodotti ideati possono differire, presentando un *problema di concordanza produttiva*
- Le *valutazioni economiche e ambientali* di un progetto basato sul riutilizzo degli sfridi, in grado di definire la validità o meno dell'operazione effettuata (come definito dalla Fase 3 di Progettazione con lo sfrido), possono essere difficilmente condotte senza la *collaborazione attiva dell'azienda produttrice* dei rifiuti e senza l'ausilio di *strumentazioni informatiche* e software dedicati
- Presentare un prodotto sul mercato basato sul riutilizzo di materiale di rifiuto industriale potrebbe non recepire *consensi su larga scala* (quanto piuttosto essere incisivo in un settore commerciale di nicchia), in quanto il concetto etico e produttivo su cui l'operazione stessa si basa presuppone una preparazione minima culturale sul tema da parte dei potenziali consumatori

OPPORTUNITIES (OPPORTUNITÀ)

- Possono derivare potenziali *vantaggi economici* dall'operazione di riutilizzo per un'azienda produttrice di rifiuti
- Possono essere ottenuti dei *vantaggi in termini di sostenibilità ambientale* legati all'operazione di riutilizzo, aspetto che oltre a portare dei *benefici sociali* in termini di miglioramento della qualità della vita media, consente di dimostrare da parte di un'azienda produttrice impegno etico e capacità di innovazione, in grado potenzialmente di ottenere riscontri favorevoli in termini di *immagine aziendale* proposta
- Il *carattere qualitativo del metodo* di riutilizzo degli sfridi ideato può rappresentare un *punto di connessione* tra l'impostazione rigida e settoriale della *ricerca scientifica* e un approccio più creativo ma meno inerente a logiche di tipo industriale relativo al *mondo del design*
- Nel momento in cui ci si trova in casi di *discordanza produttiva* tra i quantitativi di sfrido prodotti da un'azienda rispetto alle dimensioni dei lotti produttivi stimati, questi ultimi possono essere modificati e ridefiniti passando a produzioni in *edizioni limitate*
- Al fine di diffondere sul mercato potenziali prodotti basati sul riutilizzo degli sfridi, possono essere incentivate e sviluppate *operazioni di informazione e sensibilizzazione* riguardo alla tematica del riuso e ai vantaggi che se ne potrebbero ricavare
- Nel momento in cui ci si avvicina all'ideazione di prodotti basati sul concetto di riutilizzo degli sfridi, la commistione con *tecnologie innovative* come ad esempio la prototipazione rapida o il 3D Printing potrebbe generare *solu-*

zioni interessanti, soprattutto per la *flessibilità* di queste tecnologie rispetto alle variazioni quantitative e dimensionali dei lotti produttivi

- L'eventuale interesse da parte del mondo scientifico e del design all'applicazione del metodo in relazione a diversi scenari produttivi potrebbe portare alla *strutturazione di un network* tramite il quale le aziende produttrici possano mettere a disposizione dei progettisti informazioni relative alla loro produzione di sfrido. Si potrebbe ipotizzare ad esempio la creazione di un *database virtuale* (che costituisce una vera e propria idea di impresa) in grado di favorire il contatto, spesso complesso, tra il settore industriale e quello di progettisti e creativi esterni
- Il concetto espresso dal metodo può essere recepito anche da altri settori relativi al mondo della progettazione all'infuori del design di prodotto, come ad esempio l'*architettura* o l'*interior design*

THREATS (MINACCE)

- La sensibilità dei dati relativi alla produzione di rifiuti da parte di aziende private implica spesso una *chiusura* da parte del mondo produttivo a esternare e rendere pubbliche informazioni relative alla propria produzione di rifiuti. Questa considerazione può rendere l'applicazione del metodo da parte di figure esterne più *lento e complicato*
- La *comunità scientifica* presenta un approccio troppo *specifico e settoriale* alla tematica del riutilizzo dei rifiuti industriali, dimostrando spesso scarso interesse nell'apportare vera *innovazione strutturale* e di carattere generale al problema relativo al riutilizzo dei rifiuti; viene invece, nella maggior parte dei casi, focalizzata l'attenzione su un'innovazione di *carattere specifico* relativa a una singola applicazione o a un singolo processo produttivo
- Il *mondo del design* internazionale dimostra un *approccio metodologico* al tema del riutilizzo dei rifiuti *non ben strutturato* e svincolato da logiche produttive di tipo industriale

L'analisi S.W.O.T. condotta mette in evidenza quelle che sono *le potenzialità e le criticità* del metodo di riutilizzo degli sfridi, aiutando ad inquadrare le aree su cui focalizzare l'attenzione e le operazioni da condurre per poter trasformare i *Punti di forza* in *Opportunità*, le *Debolezze* in *Punti di Forza* e in *Opportunità* e agire sulle *Minacce* in modo tale che in futuro possano evitare di diventare delle *Debolezze*, quanto piuttosto costituire delle *Opportunità*.

Nella schematizzazione di Fig. 7.2 vengono riportati sinteticamente i punti principali emersi dall'analisi S.W.O.T.

STRENGTHS

PUNTI DI FORZA

- Incentivi da parte della **legislazione** nazionale e internazionale
- Numero di **tecnologie e processi produttivi** potenzialmente coinvolti
- Quantitativi di sfridi in **massa** potenzialmente coinvolti
- Aumento della **sensibilità** a livello internazionale rispetto al tema del riuso
- Interesse nello sviluppo di **strumenti** che portano a vantaggi economici e ambientali
- Sintonia con altre discipline progettuali di **prevenzione e ottimizzazione**

OPPORTUNITIES

OPPORTUNITÀ

- Ottenimento di scenari progettuali vantaggiosi a livello **economico e ambientale**
- Ottimizzazione dell'uso dei **materiali**
- **Incontro** tra approccio scientifico e approccio creativo
- Comprensibilità del metodo legata al suo carattere **qualitativo**
- **Ampio range** delle dimensioni produttive coinvolte
- Incentiva operazioni di **sensibilizzazione** sul tema
- Possibili commistioni con **tecnologie innovative**
- Potrebbero delinearsi nuovi scenari **imprenditoriali**
- Coinvolgimento di **altri scenari progettuali** all'infuori del design di prodotto come l'architettura

WEAKNESSES

DEBOLEZZE

- Vincoli progettuali **rigidi**
- Necessità della **collaborazione** da parte delle aziende produttrici di rifiuto
- Necessità di ricorrere a **strumenti informatici** per le valutazioni
- Target di mercato di **nicchia** e non su larga scala
- Potenziali problemi legati alla **concordanza produttiva** tra rifiuti generati e lotti produttivi ipotizzati

THREATS

MINACCE

- **Chiusura** da parte delle aziende nel fornire dati e informazioni sensibili relative ai rifiuti prodotti
- Approccio troppo **rigido** al tema da parte della comunità scientifica
- Approccio troppo **creativo** da parte del design artistico

Figura 7.2

Schematizzazione dell'analisi S.W.O.T. relativa all'applicazione del metodo di riutilizzo degli sfridi di lavorazione industriale

8.

CONCLUSIONI

Conclusioni

Il lavoro condotto in questi mesi mi ha permesso di approfondire una tematica come quella del **riutilizzo dei rifiuti** derivati dai processi di lavorazione sulla quale si sta affrontando un intenso dibattito da parte del settore scientifico, industriale e del design, evidenziando come tale operazione possa portare a ottenere notevoli risultati positivi in ottica di *sostenibilità ambientale* e di *vantaggi economici*.

Sono molte le *azioni legislative e normative* intraprese in ambito nazionale, comunitario e internazionale volte alla strutturazione di corrette procedure relative alla produzione e gestione dei rifiuti industriali, tra cui azioni di prevenzione e di riutilizzo vengono incentivate e definite come prioritarie rispetto a soluzioni generalmente più impattanti come il riciclaggio, il recupero di energia o lo smaltimento in discarica.

In ambito industriale sono state ideate negli ultimi decenni numerosi *strumenti progettuali* e azioni operative volte all'ottimizzazione e alla riduzione nell'utilizzo delle materie prime e nel riutilizzo delle stesse al fine di abbattere gli impatti ambientali negativi connessi agli sprechi e al consumo di risorse che si stanno esaurendo.

Sulla base delle ricerche effettuate, ho notato tuttavia come l'approccio alla tematica del riutilizzo dei rifiuti da parte del mondo scientifico sia piuttosto rigido e settoriale, vertendo a seconda degli scenari produttivi in un'applicazione specifica di riutilizzo dello sfrido piuttosto che strutturare un approccio metodologico generale e potenzialmente di interesse per più settori. D'altra parte, il mondo del design internazionale si sta dirigendo rispetto alla tematica del riuso verso una filosofia operativa molto più connessa all'ideazione di prodotti unici e non riproducibili, svincolati da logiche produttive di tipo industriale. Queste considerazioni mi hanno portato a individuare, tra le tipologie di rifiuti connessi al settore industriale manifatturiero (cioè quello di principale riferimento per il mondo del design), notevoli potenzialità negli **sfridi** derivati dai processi di produzione per via principalmente delle loro caratteristiche di serialità e riproducibilità. Ho così strutturato un *metodo qualitativo di progettazione* che, attraverso step procedurali successivi, possa condurre il progettista a formulare proposte di concept di prodotti d'uso basati sul *riutilizzo degli sfridi* e a valutare se tale operazione possa costituire degli aspetti vantaggiosi dal punto di vista economico e della sostenibilità ambientale. Il metodo è stato applicato a *casi studio aziendali originali* e a *prodotti esistenti*, evidenziando come esso possa essere applicabile proprio per il suo carattere qualitativo a numerose tecnologie e materiali e come i risultati ottenibili possano variare in maniera consistente in base

al contesto produttivo in cui gli sfridi vengono generati. È stata inoltre condotta una veloce panoramica su altri potenziali scenari progettuali non strettamente connessi con il design di prodotto come l'architettura dove il riutilizzo degli sfridi potrebbe trovare a mio avviso interessanti applicazioni.

Il lavoro di tesi si fonda sul principio base della logica del funzionamento biologico per il quale in Natura nulla viene creato o distrutto, ma tutto ciò che ci circonda non è che il risultato di un processo continuo di *trasformazione di materia ed energia* da uno stato all'altro. Ho cercato di applicare questo principio naturale di trasformazione per il quale il *rifiuto* derivato da un sistema può diventare in maniera circolare *risorsa* per un altro sistema, adattando tale concetto a una dimensione logica connessa con il mondo industriale e in particolare al design di prodotto. Spero che il metodo possa costituire uno *strumento di supporto* per progettisti e designer e che possa trasmettere un messaggio di *sensibilizzazione* in riferimento al tema del riutilizzo dei rifiuti al fine di produrre meglio e con meno.

Dire che una crescita infinita è incompatibile con un mondo finito e che le nostre produzioni e i nostri consumi non possono superare le capacità di rigenerazione della biosfera sono ovvietà su cui non è difficile trovarsi d'accordo. Ma molto più difficile è trovare consensi sui fatti altrettanto incontestabili che quelle produzioni e quei consumi devono essere ridotti e che la logica della crescita sistematica a 360 gradi deve essere rimessa in discussione, insieme al nostro stile di vita.¹

¹ Latouche S., 2007, *Breve trattato sulla decrescita serena*, Ed. Bollati Boringhieri, Torino

BIBLIOGRAFIA

Altshuler A., Anderson M., Jones D., Roos D., Womack J., 1984, *The future of the automobile. The report of the MIT's International Automobile Program*, MIT Press paperback ed.

Anderson D.M., 2008, *Design for Manufacturability & Concurrent Engineering. How to Design for Low Cost, Design in High Quality, Design for Lean Manufacture, and Design Quickly for Fast Production*, CIM Press

Andriola L., Ceccacci R., 2002, *La certificazione ambientale del territorio e degli enti locali*, pubblicazione Enea

Arcidiacono G., Calabrese C., Rossi S., 2007, *Six Sigma. Manuale per Green Belt. Governare i processi per governare l'impresa*, Ed. Springer

Ashby M., 1999, *Materials selection in mechanical design*, Ed. Butterworth Heine-
mann, Oxford

Ashby M., Shercliff H., Cebon D., 2009, *Materiali, Dalla scienza alla progettazione ingegneristica*, Casa editrice Ambrosiana

Aspinwall R., Cain J., 1997, *The changing mindset in the management of waste*, Royal Society Publishing

Badalucco L., Chiapponi M., 2009, *Energia e design, Innovazioni di prodotto per la sostenibilità energetica*, Carocci Ed., Roma

Baldo G., Marino M., Rossi S., 2008, *Analisi del ciclo di vita LCA, Gli strumenti per la progettazione sostenibile di materiali, prodotti e processi*, Edizioni Ambiente, Milano

Barbarino F., Leonardi E., 1998, *ISO 9000, Sistema qualità e certificazione. Come sviluppare e documentare il sistema qualità*. Ed. Il Sole 24 Ore, Milano

Belingardi G., 1998, *Il metodo degli elementi finiti nella progettazione meccanica*, Levrotto & Bella, Torino

Bellandi G., 2005, *Il marketing del prodotto. Quaderno di formazione per Allievi ingegneri gestionali*, Pisa

- Billatos S.B., Basaly N.A., 1997, *Green Technology and Design for the Environment*, Taylor & Francis, Washington, DC
- Blanchard B.S., Fabrycky W.J., 2006, *Systems Engineering and Analysis*, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey
- Bonfantini M., Brugo I., Renzi E., Zingale S., 2010, *Oggetti Novecento e Duemila*, Ati Editore
- Bonython E., Burton A., 2003, *The Great Exhibitor: The Life and Work of Henry Cole*, Victoria & Albert Museum Ed.
- Bralla J.G., 1998, *Design for manufacturability handbook*, McGraw Hill, New York
- Manzione L., Bertacchi G., 2002, *CAE. Applicazioni pratiche delle simulazioni nello stampaggio ad iniezione*, Ed. Tecniche Nuove, Milano
- Chiodo J. D., 2005, *Design for Disassembly Guidelines, Active Disassembly Research*
- Chiarini A., Vicenza M., 2004, *Strumenti statistici avanzati per la gestione della qualità*, Ed. Franco Angeli, Milano
- Chirone E., Tornincasa S., 2010, *Disegno tecnico industriale 2*, Gr. ed. Il capitello, Torino
- Colombo P., Brusatin G., Bernardo E., Scarinci G., 2003, *Inertization and reuse of waste materials by vitrification and fabrication of glass-based products*, University of Bologna, Elsevier
- Day R. G., 1993, *Quality function deployment: linking a company with its customers*, ASQC Quality Press
- De Fusco R., 1992, *Storia del design*, Ed. Laterza, Bari
- Duva D., Invitti M., Milia E., Pirola M., 2005, *Maestri del design. Castiglioni, Magistretti, Mangiarotti, Mendini, Sottsass*, Paravia Bruno Mondadori Ed.
- Frosch R., Gallopoulos N., settembre 1989, *Strategies for manufacturing*, Scientific American Inc.

- Fukasawa N., Morrison J., 2007, *Super Normal: Sensations of the Ordinary*, Lars Muller Publishers
- Gambarelli L., Frolidi P., 2009, *Termovalorizzazione e raccolta differenziata di RSU*, Maggioli Ed., Rimini
- Graziadei G., 2006, *Lean Manufacturing. Come analizzare il flusso di valore per individuare ed eliminare gli sprechi*, Ed. Ulrico Hoepli, Milano
- Gitlow H., 2000, *Quality Management Systems: A Practical Guide*, St Lucie Press
- Giudice F., La Rosa G., Risitano A., 2006, *Product Design for the Environment, A Life Cycle Approach*, Taylor & Francis Group
- Gungor A., Gupta S. M., 1998, *Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey*, Snell Engineering Center, Northeastern University, Boston
- Hawken P., Lovins A., Hunter Lovins L., 1999, *Capitalismo naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Ed. Ambiente, Milano
- Haynsworth C., Lyons T., 1987, *Remanufacturing by design, The missing link*, Production and Inventory Management Journal
- ISPRA, a cura del Servizio Rifiuti del Dipartimento stato dell'Ambiente e metrologia ambientale, *Rapporto Rifiuti Speciali 2011*
- Kusiak A., 1993, *Concurrent Engineering: Automation, Tools and Techniques*, Ed. John Wiley & Sons, New York, 1993
- Langella C., 2007, *Hybrid design. Progettare fra tecnologia e natura*, Franco Angeli, Milano
- Latouche S., 2007, *Breve trattato sulla decrescita serena*, Ed. Bollati Boringhieri, Torino
- Maeda J., 2006, *Le leggi della semplicità*, Ed. Paravia Bruno Mondadori, Torino
- Maldonado T., 1976, *Disegno industriale: un riesame*, Feltrinelli ed., Milano

- McDonough W., Braungart M., 2003, *Dalla culla alla culla. Come conciliare tutela dell'ambiente, equità sociale e sviluppo*, Blu Edizioni, Torino
- Micocci M., 2010, *Reuse Connection. Progettare il riuso attraverso le connessioni*, tesi di laurea
- Morrison J., 1996, *Immacolata Concezione*, pubblicata in Ottagono, rivista di Architettura, Arredamento e Industrial Design, n.188
- Navin-Chandra D., 1994, *The recovery problem in product design*, Journal of Engineering Design
- Neri G., 2011, *Jasper Morrison, Un designer super normale*, I Maestri del design, collana de Il Sole 24 Ore diretta da Andrea Branzi
- Niemann J., Tichkiewitch S., Westkamper E., 2008, *Design of Sustainable Product Life Cycles*, Springer-Verlag Ed.
- Ohno T., 2004, *Lo spirito Toyota. Il modello giapponese della qualità totale. E il suo prezzo*, Ed. Einaudi, Torino
- Onkvisit S., Shaw J., 1989, *Product Life Cycles and Product Management*, Praeger Pub.
- Ostuzzi F., Salvia G., Rognoli V., Levi M., 2011, *Il valore dell'imperfezione - L'approccio wabi sabi al design*, Ed. Franco Angeli, Milano
- Pacheco-Torgal F., Jalali S., 2009, *Reusing ceramic wastes in concrete*, University of Minho, Portugal, Elsevier
- Pagliero A., 2007, *Redesign. L'oggetto ritrovato*, Sala Editori, Pescara
- Papanek V. J., 1971, *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*, Pantheon Books, New York
- Pevsner N., 1945, *I pionieri del movimento moderno da William Morris a Walter Gropius*, Rosa e Ballo ed.
- Ranky P., 2002-2008, *Concurrent Engineering and PLM (Product Lifecycle Management)*, CIMware USA, Inc

- Raja R., 2002, *Architettura industriale. Storia, significato e progetto*, Collana Il Politecnico
- Reis D., 2010, *Product design in the sustainable era*, Ed. Mul/Taschen, Colonia
- Rosanna L., *La produzione e la gestione dei rifiuti speciali in Italia*, *Ecoscienza*, n.2 maggio 2012, Rivista Arpa
- Rossi M., Charon S., Wing G., Ewell J., 2006, *Design for the Next Generation: Incorporating Cradle-to-Cradle Design into Herman Miller Products*
- Rossi R., 2011, *Manuale del disegnatore. Le basi del disegno tecnico e civile secondo la normativa europea e internazionale*, Ed. Hoepli, Milano
- Salvia G., Rognoli V., Levi M., 2009, *Il progetto della natura*, Ed. Franco Angeli, Milano
- Sasso E., 2007, *William Morris tra utopia e medievalismo*, Roma, Ed. Aracne.
- Sennett R., 2008, *L'uomo artigiano*, Ed. Feltrinelli, Milano
- Stasinopoulos P., Smith M., Hargroves K., 2008, *Whole System Design: An Integrated Approach to Sustainable Engineering*, Ed. Earthscan, Oxford
- Stenebo J., Storti A., 2010, *Ikea. Mito e realtà*, Egea Ed., Milano
- Sugimori Y., Kusunoki K., Cho F., Uchikawa S., 1977, *Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system*, *International Journal of Production Research*, Volume 15, Issue 6
- Sullivan L., 1896, *The Tall Office Building Artistically Considered*, *Lippincott's Magazine* n.57, Philadelphia
- Suzzani R., 2000, *Manuale dello stampista*, Ed. Tecniche Nuove, Milano
- Suzzani R., 2004, *Manuale di lavorazione della lamiera*, Ed. Tecniche Nuove, Milano
- Thompson R., 2007, *Manufacturing processes for design professionals*, Thames & Hudson Inc., New York

- Trabucco F., 2005, *Residui di produzione. Ovvero ciò che rimane incompiuto di pensieri, riflessioni ed esperienze di un designer*, Aracne Ed., Roma
- Vezzoli C., Manzini E., 2007, *Design per la sostenibilità ambientale*, Zanichelli Editore, Bologna
- Verbeek P., Kockelkoren P., articolo, *The Things That Matter*, Design Issues, 14 novembre 1998
- Viale G., 1994, *Nel mondo usa e getta*, Feltrinelli, Milano
- William B. F., Warren E. H., 2011, *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Ed. Wiley&Sons, NJ
- Williamson D., Cooke P., Jenkins W., Moreton K.M., 2004, *Strategic Management and Business Analysis*, Elsevier Butterwoth-Heinemann, Oxford
- Womack J., Jones D., 2008, *Lean Thinking, Come creare valore e bandire gli sprechi*, Guerini e Associati Editore, Milano
- Womack J., Jones D., Roos D., 1990, *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production. Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*, Ed. Scribner
- Zheng Y., Shen Z., Cai C., Ma S., Xing Y., *The reuse of nonmetals recycled from waste printed circuit boards as reinforcing fillers in the polypropylene composites*, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Journal of Hazardous Materials

SITOGRAFIA

www.accredia.it
www.alessi.it
www.alisea.it
www.archiexpo.it
www.architectlines.com
www.activedisassembly.com
www.artoflean.com
www.biomimicry.net
www.blauer-engel.de
www.broggidesign.com
www.budri.com
www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/06152
www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/10205
www.casa.blogosfere.it
www.cimwareukandusa.com
www.co-da.co
www.complex.com
www.controprogetto.it
www.core77.com
www.crearicrea.com
www.cristianvisentin.com
www.crookedbrains.net
www.dalcame-inves.blogspot.it
www.designboom.com
www.design-real.com
www.designworldonline.com
www.dezeen.com
www.directindustry.it
www.domusweb.it
www2.dupont.com
www.ec.europa.eu/environment/ecolabel
www.eur-lex.europa.eu
www.fsc-italia.it
www-g.eng.cam.ac.uk
www.gettyimages.com
www.gmsl.it
www.globalwarmingart.com
www.gpedilizia.it

www.greenupgrader.com
www.homeandfurnituregallery.com
www.hometon.com
www.hp.com
www.ikea.com
www.inhabitat.com
www.ismashphone.com
www.interiordesign.net
www.isprambiente.it
www.its.caltech.edu
www.kocxontwerpen.nl
www.jaspermorrison.com
www.linkmyhome.com
www.lumberjocks.com
www.media.designerpages.com
www.network54.com
www.nordic-ecolabel.org
www.novatisarda.it
www.paoloulilian.it
www.parlamento.it/parlam/leggi/deleghe/97022
www.pietheineek.nl
www.pre-sustainability.com
www.qualityitalia.it
www.remadeinitaly.it
www.scraphacker.com
www.serpentinegallery.org
www.setac.org
www.sistri.it
www.skatestudyhouse.com
www.slamxhype.com
www.socialdesignmagazine.com
www.spotd.it
www.studiolodesign.fr
www.therhizome.org
www.ubscn.com
www.xaxor.com

RINGRAZIAMENTI

Voglio ringraziare in primis la Prof.ssa Levi per la chiarezza, l'energia, gli stimoli, le idee e il supporto trasmessi, dai quali ho potuto veramente imparare molto in questi intensi mesi di lavoro. Un ringraziamento va anche a tutti i ricercatori del Dipartimento di Chimica del Politecnico di Milano e in particolare a Francesca Ostuzzi, che mi ha seguito sempre con dedizione e coinvolgente entusiasmo, consigliandomi brillantemente in ogni fase del progetto. Ringrazio tutte le aziende, le persone e i designer che hanno collaborato fornendo informazioni e materiale essenziali per l'impostazione e lo sviluppo del lavoro.

La tesi rappresenta la conclusione di un percorso e l'inizio di uno nuovo, oggi non semplice ma sicuramente ricco di stimoli e opportunità. Voglio ringraziare per il sostegno e l'affetto ricevuto i miei genitori, base di tutto, Angelica, fondamentale punto di riferimento, i parenti di Gubbio, il gruppo storico di Perugia, gli amici conosciuti in questi anni universitari, Lorenzo e Francesca per l'amicizia e per avermi sopportato in casa.

