

LA PROGETTAZIONE DI PRODOTTI SOSTENIBILI

È il progettista con le sue scelte a condizionare non solo gli impatti sull'ambiente del processo produttivo, ma anche quelli relativi al prodotto durante il suo intero ciclo di vita. Strategie, metodologie e strumenti a disposizione

«**E** sistono pesanti conflitti tra le nostre scelte produttive, i desideri espressi dai consumatori americani da una parte, e dall'altra l'emergente evidenza dei danni che queste provocano all'ambiente».

Questo giudizio espresso da W. Ford in un documento rivolto agli azionisti dell'omonima casa automobilistica americana nel 2000, sicuramente può riassumere il grande problema in cui si trova oggi la nostra società e in primis il mondo produttivo: se da un lato infatti il recente sviluppo tecnologico ha portato enormi benefici nella vita quotidiana di ognuno di noi; dall'altro lo stesso crescente sviluppo della tecnologia ha anche aumentato lo sfruttamento delle risorse naturali e le emissioni di natura antropogenica nell'ambiente.

I problemi ambientali, come ormai viene riconosciuto non solo dagli esperti del settore, ma anche dall'opinione pubblica più evoluta, hanno assunto attualmente un'importanza e un'evidenza che non possono più essere trascurati né sottovalutati. Nel secolo passato l'Uomo, con il suo modo di vivere e di produrre, e relegando la variabile ambientale a elemento di secondo piano in tutti i settori industriali, ha influito in poco tempo sulle condizioni ambientali in modo estremamente negativo, tanto da creare un grave pericolo per la stessa umanità. Infatti, gli sprechi, le emissioni e i processi industriali a bassa efficienza energetica hanno trovato un territorio fertile nel modello produttivo che ha caratterizzato la seconda metà del ventesimo secolo.

Solo nell'ultimo decennio, sulla spinta di un'estensione "globale" dei mercati e di una maggiore attenzione all'impatto ambientale e allo sviluppo di prodotti sostenibili, l'esigenza di trovare modelli produttivi sempre più efficienti e quindi meno dannosi, è divenuta sempre più pressante.

In questo contesto, assume un ruolo fondamentale l'integrazione dei requisiti ambientali dei prodotti già a livello progettuale.

Infatti è stato ampiamente dimostrato che agendo sin dalle prime fasi del processo di progettazione e sviluppo dei prodotti, è possibile garantire non solo una loro ottimizzazione dal punto di vista ambientale (ottenendo notevoli risparmi energetici), ma anche ottenere una maggiore competitività sui mercati.

Tale scelta porta sicuramente anche alla possibilità di sviluppare prodotti innovativi, in grado sia di soddisfare le aspettative dei consumatori, sia di anticipare la sempre più restrittiva legislazione in materia ambientale.

IL CONCETTO DI SVILUPPO SOSTENIBILE

Un'analisi approfondita dell'attività produttiva svolta attualmente in tutti i settori industriali ha evidenziato come il fine del lavoro risulti sempre il raggiungimento di prodotti aventi caratteristiche di elevata sicurezza, elevata affidabilità, alta qualità, basso costo di produzione. E viene inoltre rilevato come ancora oggi si tenda a misurare l'efficienza di un'industria sulla base della sua capacità di incrementare sempre più la sua produzione, ricercando parallelamente nuovi mercati e puntando verso una costante crescita della sua struttura, quasi senza avvertire, almeno in maniera manifesta, la preoccupazione degli effetti che questo modo di procedere possa avere sull'Umanità e sull'ambiente in cui l'Uomo vive. Uno sviluppo industriale che non tenga conto degli effetti sull'ambiente porta, con sicurezza, verso situazioni ecologiche di estrema gravità. Alcuni di questi problemi sono già conosciuti non solo da esperti, ma anche dall'opinione pubblica (effetti dovuti al buco nello strato di ozono dell'atmosfera; effetto serra; consumo indiscriminato delle risorse energetiche e delle materie prime; di-

struzione delle risorse naturali per acidificazione ed eutrofizzazione; diffusione di sostanze tossiche in aria, acqua e suolo; accumulo indiscriminato di rifiuti di ogni tipo).

È necessario quindi operare una profonda modifica che porti verso una produzione "sostenibile", riferendoci con tale aggettivo alla definizione del concetto di Sostenibilità Ambientale introdotto nel 1987 dal W-CED (World Commission on Environment and Development) nell'ormai famoso Rapporto Brundtland ("le condizioni sistemiche per cui le attività umane non disturbino i cicli naturali su cui si basano più di quanto la resilienza del pianeta lo per-

rimedio solo agli aspetti più evidenti del problema. In particolare, il problema degli elevati costi relativi alla riduzione dell'impatto ambientale, è in larga parte da addebitarsi a carenze di tipo culturale in materia, frutto di un retaggio atavico che continua a far ritenere che le spese per l'ambiente siano un peso cui bisogna sottostare e che bisogna subire, e quindi un onere a cui si cerca sempre di sfuggire. In più, si deve tener conto che in realtà industriali come quella Italiana, costituita per lo più da piccole e medie imprese, la necessità di rimanere sul mercato in modo competitivo mal si accorda con i più moderni concetti di integrazione dei principi della sostenibilità nelle attività aziendali, contribuendo in modo significativo al ritardo dimostrato nel recepire il nuovo approccio all' Ambiente (tra cui spiccano le linee guida proposte nell'Agenda 21, recentemente aggiornata) e all'errata valutazione dei costi ambientali, i quali non dovrebbero essere visti come una perdita per l'azienda, ma piuttosto come un valore aggiunto, che si trasmette di riflesso su tutta la comunità in maniera positiva.

Negli ultimi tempi, per fortuna, sulla scia di una vera e propria rivoluzione culturale, si è passati alle politiche di "seconda generazione", volte cioè alla soluzione del problema alla sua radice (basandosi sui tre principi su cui si fonda il concetto di Sostenibilità: Efficacia, Efficienza e Sufficienza) e dimostrando che l'ambiente, se affrontato nel modo giusto, non solo non costituisce più un costo, ma può fornire diversi vantaggi economici e competitivi.

tecnologici biocompatibili (biocicli);

- un indirizzo che tende alla massima non-interferenza, con la realizzazione di processi tecnologici chiusi su se stessi (tecnocicli).

Evidentemente è possibile anche un terzo orientamento, che segua entrambi gli indirizzi predetti in maniera parziale e combinata.

Nel panorama internazionale esistono diversi approcci che hanno come obiettivo finale quello di migliorare l'impatto ambientale coinvolgendo nello sviluppo di prodotti sostenibili tutti i soggetti coinvolti nella vita del prodotto: fornitori, produttori, distributori, utilizzatori, aziende specializzate nel trattamento dei rifiuti e nel riciclaggio, etc.

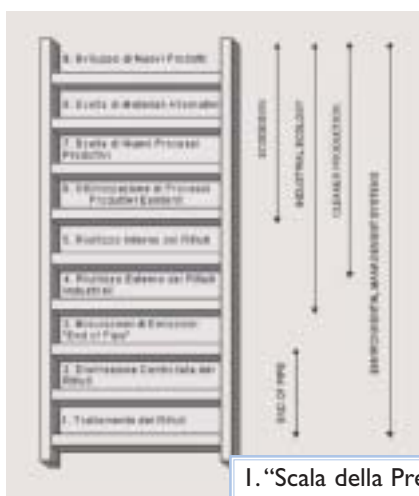
Una chiara sintesi di tali approcci e delle loro sfere di influenza può essere fatta ricorrendo alla "Scala della Prevenzione" [Mantz-Tissen, 1991] (figura 1).

Naturalmente, oltre alla diversa "estensione" di ciascuno di tali approcci, è necessario considerare anche la loro incisività nelle attività coinvolte e quindi i diversi risultati che con ciascuno di essi si possono ottenere nell'ambito della stessa attività.

Appare evidente, infatti, come i Sistemi di Gestione Ambientale (Environmental Management Systems) coinvolgono tutti gli aspetti della scala, dimostrando una notevole flessibilità di applicazione, ma non focalizzano nessun settore in particolare, essendo rivolti solo a un miglioramento generale e al raggiungimento della conformità agli standard (normative vigenti e/o volontarie).

La "Cleaner Production", invece, si basa sul principio dell'efficienza nell'uso delle risorse naturali (materie prime ed energia) attraverso la riduzione di rifiuti e inquinamento e non può essere applicata se non a partire dal quinto livello: l'obiettivo è quello di migliorare le prestazioni ambientali di processi e prodotti.

La "Industrial Ecology" si basa sulla ciclicità nell'utilizzo delle risorse materiali ed energetiche, con lo scopo di sviluppare siti produttivi a ciclo chiuso (tecnocicli), cioè capaci di sostenersi autonomamente, senza perturbare i cicli biologici naturali. Tuttavia, pur interessando tutti gli "scalini" dalla quarta posizione in poi e foca-



1. "Scala della Prevenzione" [Mantz-Tissen, 1991].

metta, e allo stesso tempo non impoveriscano il capitale naturale che verrà trasmesso alle generazioni future, e inoltre che ogni altra persona, comprese, quindi, anche le generazioni future, abbia diritto allo stesso spazio ambientale, cioè alla stessa disponibilità di risorse naturali").

I PERCORSI PER LA SOSTENIBILITÀ

L'approccio seguito in passato (e in molti casi ancora oggi) per risolvere i problemi ambientali originati dalla produzione consisteva nel cercare di ridurre la quantità di sostanze inquinanti disperse nell'ambiente, senza modificare in maniera significativa il modo di produrre.

Queste politiche "di prima generazione", dette anche "end-of-pipe", hanno aumentato notevolmente i costi di produzione nonostante la loro "facile" applicazione e hanno posto

STRATEGIE GENERALI PER LA SOSTENIBILITÀ

Secondo questa nuova ottica, anche se i problemi ambientali risultano molto differenziati, sono state elaborate alcune strategie generali per cercare di risolverli in maniera completa. Per quanto riguarda l'ambito produttivo, in particolare, sono stati proposti due orientamenti fondamentali:

- un indirizzo che tende alla massima integrazione con l'ambiente attraverso la realizzazione di processi

 <p>L'assemblaggio è semplice ed il prodotto è costituito da un numero minimo di componenti? A cosa somiglia il processo d'assemblaggio? Si possono semplificare le diversità dei componenti per semplificare l'assemblaggio?</p>	Peso <input type="checkbox"/> Molto importante W=10 <input type="checkbox"/> Poco importante W=5 <input type="checkbox"/> Affatto irrilevante W=0		Valutazione <input type="checkbox"/> sì A=1 <input type="checkbox"/> abbastanza A=2 <input type="checkbox"/> poco A=3 <input type="checkbox"/> no A=4		Priorità <input type="checkbox"/> alta <input type="checkbox"/> bassa
	Misure: Assicurare un assemblaggio semplice attraverso la riduzione delle parti usate		Rischi di realizzazione: <input type="checkbox"/> alti <input type="checkbox"/> bassi Perché: Scadenze:		
 <p>Le parti di connessione sono facilmente raggiungibili dagli utensili? Quali utensili sono necessari per l'unione dei singoli componenti? La disposizione delle parti di connessione assicura un facile accesso agli utensili? Le connessioni sono facilmente visibili?</p>	Peso <input type="checkbox"/> Molto importante W=10 <input type="checkbox"/> Poco importante W=5 <input type="checkbox"/> Affatto irrilevante W=0		Valutazione <input type="checkbox"/> sì A=1 <input type="checkbox"/> abbastanza A=2 <input type="checkbox"/> poco A=3 <input type="checkbox"/> no A=4		Priorità <input type="checkbox"/> alta <input type="checkbox"/> bassa
	Misure: Assicurare un facile accesso alle parti di connessione		Rischi di realizzazione: <input type="checkbox"/> alti <input type="checkbox"/> bassi Perché: Scadenze:		

3. Esempio di Checklist della versione in Italiano del Pilot.

già noti, modificati ad hoc per prendere in considerazione anche la variabile ambientale (per esempio: il Quality and Environmental Function Deployment (QEFD), il Design Environmental Review (DER), e così via). Vi sono poi una serie di metodologie e tecniche appositamente sviluppate per la valutazione degli impatti ambientali: hanno lo scopo di analizzare le prestazioni ambientali di prodotti e di processi già esistenti e possono essere utilizzate come punto di partenza per il miglioramento delle variabili ambientali dei prodotti, dalla scelta dei materiali fino al loro smaltimento. Tra queste sicuramente possiamo citare il Life Cycle Assessment (LCA) e le sue varianti, così come gli alti metodi che valutano le categorie d'impatto, quali per esempio Ecoindicator 95, Ecoindicator 99, Metodo di Buwal.

In questo panorama, tuttavia, sono state sviluppate alcune metodologie originali e innovative, che hanno dimostrato di possedere una certa efficacia nella soluzione di problematiche afferenti prodotti di natura diversa; sono metodi indirizzati all'ottimizzazione delle prestazioni di un prodotto attraverso il miglioramento delle sue proprietà interne ed esterne, che non solo consentono di migliorare le prestazioni di prodotti già esistenti, ma soprattutto permettono di individuare le soluzioni ottimali dal punto di vista dell'impatto ambientale nel caso di nuovi prodotti, migliorandone allo stesso tempo anche le altre caratteristiche. Tra di es-

si, sicuramente il metodo più innovativo, che rispecchia pienamente i principi dell'Ecodesign, risulta essere il metodo Ecodesign Pilot, recentemente sviluppato presso l'Università di Vienna dal Dr. Wolfgang Wimmer (Vienna TU, Institute for Engineering Design).

L'ECODESIGN PILOT

Il P.I. L.O.T. (Product Investigation Learning and Optimization Tool) è uno strumento progettuale interattivo, ovvero un software che può essere disponibile sia su CD che via internet: esso si articola in una serie di checklist attraverso le quali il progettista è in grado

4. Esempi di prodotti realizzati attraverso una progettazione effettuata con il Pilot.



di identificare esattamente quelle caratteristiche progettuali che influenzano maggiormente le prestazioni ambientali di un prodotto, e di mettere in atto quelle strategie nell'ambito dell'Ecodesign che hanno la maggiore influenza per un miglioramento ambientale del prodotto con

un basso rischio di implementazione. In particolare, in maniera abbastanza rapida e intuitiva, il metodo consente di :

- sviluppare prodotti innovativi attraverso un metodo di lavoro interdisciplinare;
- ridurre il consumo di materie prime ed energia;
- andare incontro alle richieste da parte dei clienti di prodotti compatibili dal punto di vista ambientale;
- essere in accordo con leggi e normative in materia;
- progettare caratteristiche di prodotto favorevoli attraverso la riduzione dei costi operativi durante la fase di uso del prodotto stesso (che risulta quasi sempre la più "inquinante", nell'arco del ciclo di vita del prodotto).

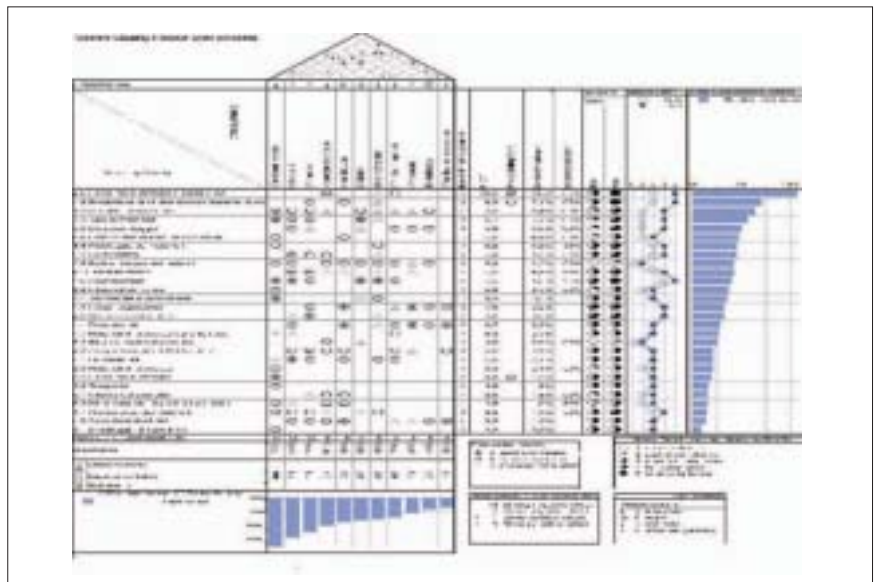
Inoltre, il Pilot, al contrario di altri metodi sviluppati nell'ambito della progettazione di prodotti sostenibili, si è dimostrato molto versatile e applicabile ai più svariati prodotti industriali, non solo nel settore meccanico.

L'INTEGRAZIONE DELLE METODOLOGIE DI PROGETTAZIONE

L'implementazione di soluzioni accettabili sia dal punto di vista economico che da quello ecologico, richiede un'attenta programmazione delle attività di progettazione e sviluppo dei prodotti. Per questo motivo, appare sempre più evidente la necessità di implementare le metodologie sviluppate in un'unica procedura di progettazione che consenta di ottenere risultati efficaci dal punto di vista ambientale e soprattutto di validità generale. Tra le varie strade percorribili, l'approccio progettuale sviluppato, a partire dalla

seconda metà degli anni '70 dai professori V. Hubka ed U. Pighini, noto come "Progettazione Metodica" (Methodical Design), sembra essere la via che consente di supportare l'attività progettuale in maniera più completa. Esso consiste nell'uso contemporaneo di strumenti strategici e tat-

tici di progettazione; cioè, l'uso di un ben definito Processo di Progettazione, in grado di guidare il progettista dall'assegnazione del compito/commissa progettuale, fino alla definizione del progetto costruttivo definitivo, che include anche la scelta di materiali e processi produttivi, supportato dall'uso di metodi e tecniche di progettazione, in grado di risolvere i numerosi problemi "specifici" che il progettista incontra durante la sua attività. Tale approccio, che prende il nome di "Integrating Design Methodology", è chiaramente orientato alla progettazione di prodotti sostenibili, ovvero al miglioramento in fase progettuale di tutte quelle proprietà che caratterizzano un prodotto indu-



5. Esempio di uso coordinato ed integrato dei metodi di progettazione.

BIBLIOGRAFIA

1. Brezet, H., Hemel, C., "ECODESIGN - A promising approach to sustainable production and consumption" a joint UNEP/Rathenau Institut/TU Delft publication; 1997; ISBN 92-807-1631-X.
2. Fagnoli M., Pighini U., "Design for Environment: a question of Costs and Benefits", 13. Symposium,, "Design for X" - Neukirchen, 10. und 11. Oktober 2002.
3. Fagnoli M., Pighini U., "Quality improvement in the design of mechanical systems", International Design Conference - Design 2002, Dubrovnik, May 14 - 17, 2002.
4. Graedel T.E., Allenby B.R., "Industrial Ecology", Prentice Hall, 1995.
5. Gruner C., Birkhofer H., "Decision Support for Selecting Design Strategies in DFE", Proceedings of ICED 99, Munich, 1999.
6. Jacobsen M.M., Storen S., "Improving the Eco-efficiency of Product Systems", proceedings of ICED 99, Munich, 1999.
7. Luttrupp C., Lagerstedt J. - "Customer benefits in the context of Life Cycle Design", Proceedings of EcoDesign '99: 1st Int. Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, Tokyo, Japan, 1999.
8. Pighini U., Fagnoli M. "La sostenibilità ambientale e la sua valutazione". Giornata di studio sul tema: LA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE DEL PRODOTTO INDUSTRIALE, 11 Ottobre 2002, Milano.
9. Pighini U., Fagnoli M., "La sostenibilità ambientale e la sua valutazione", Giornata di studio sul tema: LA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE DEL PRODOTTO INDUSTRIALE, 11 Ottobre 2002, Milano.
10. Pighini U., Fagnoli M., Accinni S., "An integrated procedure for the design of sustainable products", International Design Conference - Design 2002, Dubrovnik, May 14 - 17, 2002.
11. Revelle, J.B., Cox, C.A., Moran, J.M., The QFD Handbook - John Wiley & Sons, inc., 1998.
12. WBCSD - UNEP, "Cleaner Production and Eco Efficiency - Complementary Approaches to Sustainable Development", VEDI SITO: www.unep.frw.uva.nl.
13. Wimmer, W., "Design for Environment - ECODESIGN: a tool for product improvement based on function assessment", Proceedings of International Design Conference DESIGN 98, Dubrovnik, 1998

striale sostenibile; e in quanto tale, esso si inserisce nel contesto più generico dell'EcoDesign, e ben si adatta, dal punto di vista procedurale, allo sviluppo delle caratteristiche di efficacia, efficienza e sufficienza proprie dei prodotti sostenibili. In figura 5 è rappresentato un esempio di uso integrato e coordinato dei metodi di progettazione per la Sostenibilità (in particolare si tratta di una matrice del QFD supportata dall'applicazione del Pilot e del Benchmarking, nell'ambito della progettazione di un telaio automobilistico [Fagnoli, Pighini, 2002]). In questo modo è possibile ottimizzare ciascuna fase del ciclo di vita di un prodotto industriale, sia dal punto di vista funzionale (rispondenza ai requisiti di progetto), sia dal punto di vista energetico (minimizzazione dei consumi di energia e materiali durante tutto il ciclo di vita, recupero di energia e materiali dopo la dismissione dei prodotti), senza trascurare le altre proprietà dei prodotti (Affidabilità, Sicurezza, Ergonomia, ecc.), né il costo.

Per maggiori informazioni sull' Ecodesign Pilot: <http://www.ecodesign.at/pilot>; oppure <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ITALIANO/INDEX.HTM>; e-mail: pilot@ecodesign.at.

Dr. ing. M. Fagnoli, Dipartimento di Meccanica e Aeronautica, Università degli Studi di Roma "La Sapienza".