

# **PIATTAFORMA TECNOLOGICA ITALIANA PER LA REVERSE LOGISTICS**



## **VISION e AGENDA DI RICERCA STRATEGICA**

23 Marzo 2007

## Indice

Premessa: perchè una Piattaforma Tecnologica?.....	4
Introduzione.....	5
Dalla Reverse Logistics la chiave per una nuova compatibilità ambientale .....	5
Reverse Logistics: attori e processi .....	6
1 La Logistica e la rintracciabilità.....	9
1.1 Studi e progettazione.....	14
1.2 Evoluzione ipotizzabile dello scenario logistico .....	15
1.2.1 La Rete .....	17
1.2.2 Dal nodo logico al nodo fisico: le piattaforme di raccolta e trattamento	18
1.3 La Rintracciabilità di filiera nella Reverse Logistics .....	19
1.3.1 Stato dell'arte .....	20
1.3.2 Tracciabilità e Reverse con le etichette RFID.....	23
1.3.3 Evoluzione Ipotizzabile.....	25
1.3.4 Temi di Ricerca.....	26
2 ICT per la Reverse Logistics .....	28
2.1 Stato dell'arte.....	28
2.2 Evoluzione ipotizzabile .....	32
2.3 Temi di ricerca .....	33
2.3.1 Supporto alle decisioni .....	33
2.3.2 Basi di Conoscenza e Ontologie di processi distribuiti .....	34
2.3.3 Interoperabilità dei sistemi informativi .....	34
2.3.4 Applicazioni innovative basate su RFID .....	35
2.3.5 Definizione del modello di Impresa Virtuale.....	35
2.3.6 e-Learning .....	36
3 Il Design For Environment (DFE) .....	37
3.1 Stato dell'arte.....	37
3.2 Evoluzione ipotizzabile .....	40
3.3 Temi di ricerca .....	41
3.3.1 Sistemi di valutazione quantitativa dell'ecocompatibilità di un prodotto.	41
3.3.2 Supporto alle decisioni .....	41
3.3.3 Tecnologia dei Materiali.....	42
3.3.4 Gestione del ciclo di vita del prodotto.....	42

4	Valutazioni economiche e Analisi della domanda .....	43
4.1	Elementi per la valutazione degli effetti della direttiva comunitaria sui RAEE .	43
4.2	Stato dell'arte .....	49
4.3	Evoluzione ipotizzabile.....	50
4.3	Il bilancio di sostenibilità.....	51
5	Ulteriori spunti e riflessioni.....	54

## Premessa: perchè una Piattaforma Tecnologica?

L'importanza dell'argomento sia a livello nazionale che europeo e l'entusiasmo suscitato dalla proposta di raccogliere intorno ad un tavolo tutti gli "stakeholders", ha portato alla costituzione di questa piattaforma tecnologica nazionale, con l'obiettivo (dichiarato nello statuto) di pervenire rapidamente alla costituzione di una equivalente



piattaforma tecnologica europea, di cui "Reloader" costituirà uno dei pilastri fondamentali.

La Commissione Europea<sup>1</sup>, nella sua revisione di metà termine del Libro Bianco sui Trasporti, dichiara: "*poiché il trasporto in Europa sta rapidamente diventando una industria ad alta tecnologia, la ricerca e l'innovazione*

*rivestiranno un ruolo cruciale per i successivi sviluppi.*"

Ricerca, innovazione e proposte di nuove iniziative nel campo della reverse logistics sono appunto gli scopi che i membri dell'associazione "Reloader" si propongono di promuovere prima a livello nazionale e successivamente a livello europeo: questo documento, contenente la prima bozza di "Vision" e di Agenda di Ricerca Strategica viene emesso contestualmente alla presentazione ufficiale di "Reloader" che, a differenza di altre piattaforme, sia nazionali che transnazionali, si è costituita sotto forma di ONLUS, al fine di sottolineare la sua natura "no-profit", votata unicamente alla promozione della ricerca e di iniziative mirate al miglioramento dell'ambiente.

L'entusiasmo riscontrato dall'iniziativa ha comportato un susseguirsi di proposte, idee, iniziative di cui si è cercato di tenere conto nella stesura di questa prima "Vision", necessariamente incompleta rispetto alla portata degli argomenti trattati: si prevede di emettere un ulteriore aggiornamento e completamento entro la fine del 2007, possibilmente anche con il contributo di chi ci sta leggendo.

### *I membri dell'associazione "Reloader"*

*...da un'idea di pochi, con il contributo di molti, a beneficio di tutti*

---

<sup>1</sup> La Commissione Europea è anche in procinto di adottare nel corso del 2007 un piano di azione per la logistica

## Introduzione

### ***Dalla Reverse Logistics la chiave per una nuova compatibilità ambientale***

In questi ultimi anni molte aziende, riunite di frequente in Consorzi, stanno avviando progetti che prendono in considerazione la gestione dei prodotti che hanno raggiunto la fine del loro periodo di utilità. Solitamente, giunti in questa fase del ciclo di vita, i prodotti vengono trattati come rifiuti ed esitati in discariche spesso abusive o eliminati mediante inceneritori. Questo improvvido comportamento ha un forte impatto sull'ambiente, dal momento che l'incenerimento produce un aumento dei gas inquinanti presenti in atmosfera e la discarica favorisce l'inquinamento del terreno e delle falde d'acqua. Senza contare che il continuo sfruttamento delle risorse naturali non può che portarne a una conseguente e progressiva riduzione .

Allo scopo di ovviare all'indiscriminato moltiplicarsi di rifiuti e di discariche a cielo aperto, la Comunità Europea ha promulgato le Direttive 2002/95/CE ROHS e 2002/96/CE RAEE sul recupero, trattamento e smaltimento dei Rifiuti provenienti dagli Apparecchi Elettrici ed Elettronici giunti a conclusione del ciclo di vita, suddividendoli in "Bianchi", "Grigi" e "Bruni" a seconda del grado di capacità inquinante e di pericolosità. Ad oggi alcuni paesi dell'Asia,<sup>2</sup> del Nord America e dell'Europa<sup>3</sup> hanno emanato nuovi regolamenti e norme con l'obiettivo di ridurre il volume di rifiuti e il volume di inquinanti emessi nell'ambiente, puntando contemporaneamente a riutilizzare la maggiore quantità possibile di componenti recuperati dai prodotti che raggiungono il punto di fine vita (EOL, End-Of-Life). Il Governo italiano, uniformandosi alle Direttive comunitarie ha emanato una Normativa che troverà applicazione nel prossimo giugno.

Si pone quindi per le aziende produttrici e distributrici il problema di recuperare i prodotti venduti e usati dai propri clienti, siano essi consumatori finali o aziende.

Le attività di recupero, oltre che al riuso ed al riciclo di singoli componenti piuttosto che di prodotti efficacemente ricondizionati, mirano inoltre a ridurre i costi legati all'approvvigionamento di materie prime, attraverso la produzione di materia prima "secondaria" derivata dal trattamento degli EOL. Un ulteriore ritorno in chiave di

---

<sup>2</sup> In Giappone sono state emanate delle norme che definiscono alcune percentuali di recupero per alcuni prodotti: frigoriferi (50%); condizionatori (60%); televisioni (55%) e lavatrici (55%) (Yamamoto 2000).

<sup>3</sup> in Gran Bretagna dal 1993 è stato avviato un progetto per il recupero dei prodotti elettronici (ICER 1993)

marketing per le aziende di produzione consiste nel rafforzamento dell'immagine di azienda attiva nella salvaguardia ambientale.

L'insieme di tutte le fasi logistiche necessarie al recupero del bene, costituendo un nuovo flusso di prodotti che parte dal punto d'uso e ritorna verso le aziende, viene chiamato logistica inversa o **Reverse Logistics**.

### ***Reverse Logistics: attori e processi***

Si può dare una definizione più ampia della Reverse logistics come di quell'insieme di processi il cui obiettivo è il recupero ed il riutilizzo della maggior percentuale possibile dei componenti e dei materiali che costituiscono un prodotto giunto al termine della sua utilità: questo non è più da considerare come un rifiuto quanto come una risorsa da riutilizzare. Tra i numerosi processi che contribuiscono al raggiungimento di questo obiettivo, il ritiro, il trasferimento e la raccolta dei prodotti usati e la consegna di quelli risultanti dai trattamenti di recupero sono i veri e propri processi logistici, la cui razionalizzazione e armonizzazione con le altre fasi sono la conditio sine qua non per l'efficienza dell'intero sistema.

Trascurando i piccoli elettrodomestici e considerando solo i frigoriferi, congelatori e surgelatori, condizionatori d'aria, televisori, PC, lavatrici e lavastoviglie, in Italia nel 2001 sono stati dismessi oltre 6.5 milioni di pezzi (di cui 1.5 milioni di frigoriferi) pari a circa 210.000 tonnellate di rifiuti elettrici ed elettronici. Tenendo presente che il volume dei rifiuti prodotti in Europa aumenta del 8-10% all'anno, è verosimile la previsione che nel 2010 tale volume oltrepasserà le 450.000 tonnellate nel 2010.

Da queste considerazioni si comprende come il tema del recupero dei prodotti sia una questione aperta e attuale. Il punto più importante della reverse logistics è rappresentato dal ciclo di ritiro e recupero dei prodotti usati: le strategie in corso devono quindi mirare a individuare quale sia il modello logistico più efficiente nell'insieme dei paradigmi possibili, descrivendo quali sono le forme di recupero e i soggetti che consentono un ritorno dei prodotti.

La gestione della logistica inversa, e dei prodotti RAEE in particolare, rappresenta un mix complesso tra logistica diretta ed inversa.

Infatti si potrebbe affermare che il "ciclo logistico inverso" ha molti punti di contatto con quello di una azienda manifatturiera che da un lato deve gestire e programmare flussi di input rappresentati dalla materia prima da lavorare o da componenti singole

da assemblare, dall'altro flussi di output del prodotto finito dallo stabilimento di produzione al mercato di distribuzione e consumo.

Sulla base di un confronto effettuato su materiale documentale (White ET al., forthcoming; Spicer and Johnson, 2003; Krumwiede and Sheu, 2002; Tibben-Lembke and Rogers, 2002; Toffel, 2002; Kerr and Ryan, 2001) si possono definire le seguenti forme di recupero: riuso, riparazione, ri-manifattura, cannibalizzazione, riciclo e smantellamento. La figura 1 descrive le diverse attività di recupero svolte nella catena di logistica inversa i cui relativi prodotti entrano nella catena di produzione e distribuzione diretta.

Oltre alle forme di recupero, risulta essere importante definire quali sono i soggetti che consentono il ritorno dei prodotti. Innanzitutto, il trasporto deve essere garantito da trasportatori che si occupano di spostare lungo la catena logistica inversa i componenti.

Devono inoltre esistere soggetti che si occupano della raccolta e concentrazione dei prodotti e che si collocano quindi come primo anello della catena inversa; tali soggetti vengono definiti centri di raccolta.

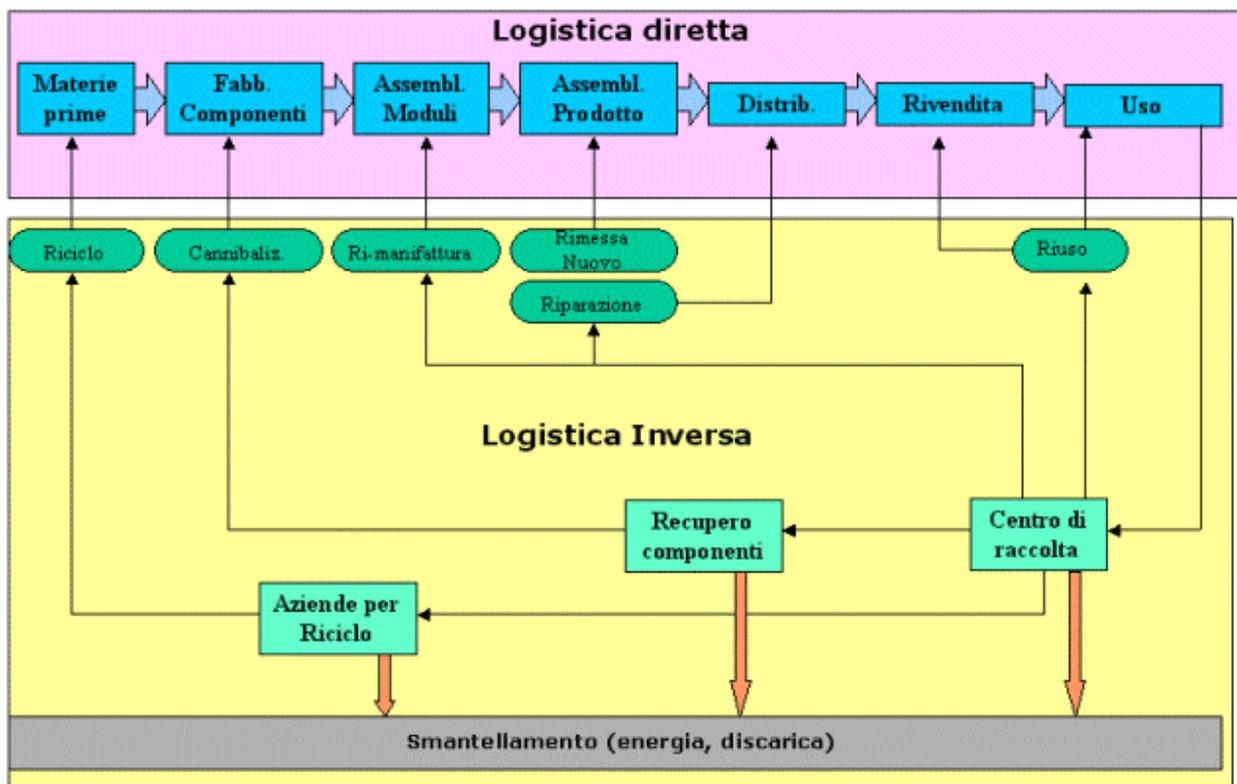


Figura 1: Attività di recupero nella catena logistica inversa

Una volta che il prodotto è giunto nel centro di raccolta, deve essere valutata la fase a cui sarà destinato. In particolare occorre stabilire se può essere destinato al riuso,

oppure, dopo opportuni test, se può essere indirizzato a fasi quali la rimessa a nuovo, la riparazione o la ri-manifattura. Il prodotto viene, quindi, opportunamente immagazzinato, successivamente palettizzato e inviato a centri destinati al recupero dei componenti o ai centri dedicati al riciclo. Nei centri di recupero, il prodotto viene completamente disassemblato e vengono recuperati i componenti destinati ad essere reinseriti nella produzione (cannibalizzazione), o ad essere rigenerati (riciclo).

La catena di Reverse Logistics è completata dalle aziende dedicate alle fasi di riciclo. In questi centri entrano materiali usati che possono essere rigenerati, come il vetro, la carta, il PET. Tali centri sono dotati di infrastrutture che effettuano selezioni e lavaggi dei prodotti in entrata, il materiale raccolto viene opportunamente trattato e predisposto per un reinserimento nelle fasi di produzione della catena diretta. In questo modo le aziende della catena diretta necessitano di una minore quantità di prodotti vergini.

## 1 La Logistica e la rintracciabilità

Le aziende statunitensi spendono circa 35 miliardi di dollari all'anno nella gestione del trasporto e nella manutenzione di prodotti che ritornano dal mercato. Alcune di esse, come Xerox, Home Depot, Mobil and Eastman Kodak, hanno messo a punto modelli di logistica inversa tali da potere ridurre i costi legati al recupero dei prodotti (Gooley, 1998), avendo compreso a fondo tutti i processi che sono interni al flusso di ritorno per evidenziare le inefficienze e poterle eliminare.

Il problema principale è rappresentato dal fatto che la gestione della logistica inversa presenta numerosi punti di diversità rispetto alla logistica diretta, per cui i modelli usati nella forward logistics non sono adatti nella gestione della reverse logistics (Tibben-Lembke and Rogers, 2002).

Nella tabella seguente sono elencati i principali punti di diversità tra il flusso diretto e quello inverso dei prodotti nella supply chain.

<b>Logistica diretta</b>	<b>Logistica inversa</b>
Previsioni lineari	Difficoltà nel fare previsioni
Qualità del prodotto uniforme	Qualità del prodotto non uniforme
Packaging del prodotto uniforme	Packaging inesistente e spesso danneggiato
Flusso di tipo one-to-many	Flusso di tipo many-to-one con difficoltà nell'identificare i punti di origine del flusso inverso
Prezzo uniforme	Prezzo dipendente da molti fattori
Importanza della velocità di trasporto	La velocità non è spesso considerata una priorità
Piena tracciabilità del prodotto durante la logistica diretta	Incapacità di monitorare e tracciare il prodotto dal momento in cui è in uso
Gestione ottimale dei magazzini	Difficoltà nella gestione dei magazzini destinati alla raccolta dei prodotti usati

Tabella 1: Differenze principali tra logistica diretta e logistica inversa

Nella logistica diretta, la produzione e la distribuzione dei prodotti vengono pianificate in modo da non avere nei magazzini prodotti in eccesso. Un'errata gestione delle scorte corrisponde a maggiori costi per l'azienda e al rischio di obsolescenza o deperimento del materiale stoccato. Nella logistica inversa, invece, è difficile fare previsioni in quanto non è possibile determinare il momento di fine vita del prodotto.

Tale momento dipende dal tempo in cui è stato usato il prodotto (uso intensivo o occasionale) e come è stato usato (uso corretto stressante). Il recupero quindi non può essere pianificato per tempo, con il rischio di avere in alcuni periodi le

infrastrutture destinate alla raccolta sotto-utilizzate, mentre nei momenti di picco si rischia di non riuscire a fare fronte alla domanda. Questo problema può essere in parte eliminato nel caso di prodotti che hanno realizzato volumi di vendita molto elevati. Infatti, in questo caso si può prevedere che ad un certo momento della vita del prodotto inizi l'alienazione da parte dell'utente.

Se si può identificare un periodo di tempo entro cui si possono pianificare la raccolta, un altro problema è rappresentato dall'identificare i punti di origine del flusso inverso. La logistica diretta è caratterizzata da punti destinati alla vendita dei prodotti ben identificati, quindi l'origine è definita e controllabile. Da questi punti il prodotto va verso i consumatori; il flusso quindi può essere visto come di tipo one-to-many. Nella logistica inversa i prodotti iniziano il loro percorso a ritroso nella catena di fornitura dai consumatori, i quali sono nella maggior parte dei casi non conosciuti e la cui localizzazione geografica non è definita.

Dal consumatore il prodotto deve andare verso un centro di raccolta, costituendo un flusso, quindi, di tipo many-to-one. Di conseguenza l'ottimizzazione del recupero dei prodotti diventa difficile, soprattutto per la difficoltà di conoscere i punti dove sono locati i prodotti e il momento in cui tali prodotti dovranno essere raccolti.

Per ovviare almeno in parte a questo problema sono stati messi a punto alcuni modelli di raccolta. Un modello può essere rappresentato da raccoglitori posti lungo le strade: questo modello è adatto a prodotti di piccole dimensioni che hanno consistenti volumi di vendita. Periodicamente i prodotti vengono recuperati dai raccoglitori e portati nel centro di raccolta (Fig. 2 A).

Un secondo modello è rappresentato dal responsabilizzare il commerciante che gestirà la raccolta dei prodotti usati direttamente dal consumatore. Questa strategia può essere adatta a prodotti di uso comune come gli elettrodomestici poco ingombranti. Kodak raccoglie le macchine fotografiche usa e getta dai vari fotografi (Fig. 2 B).

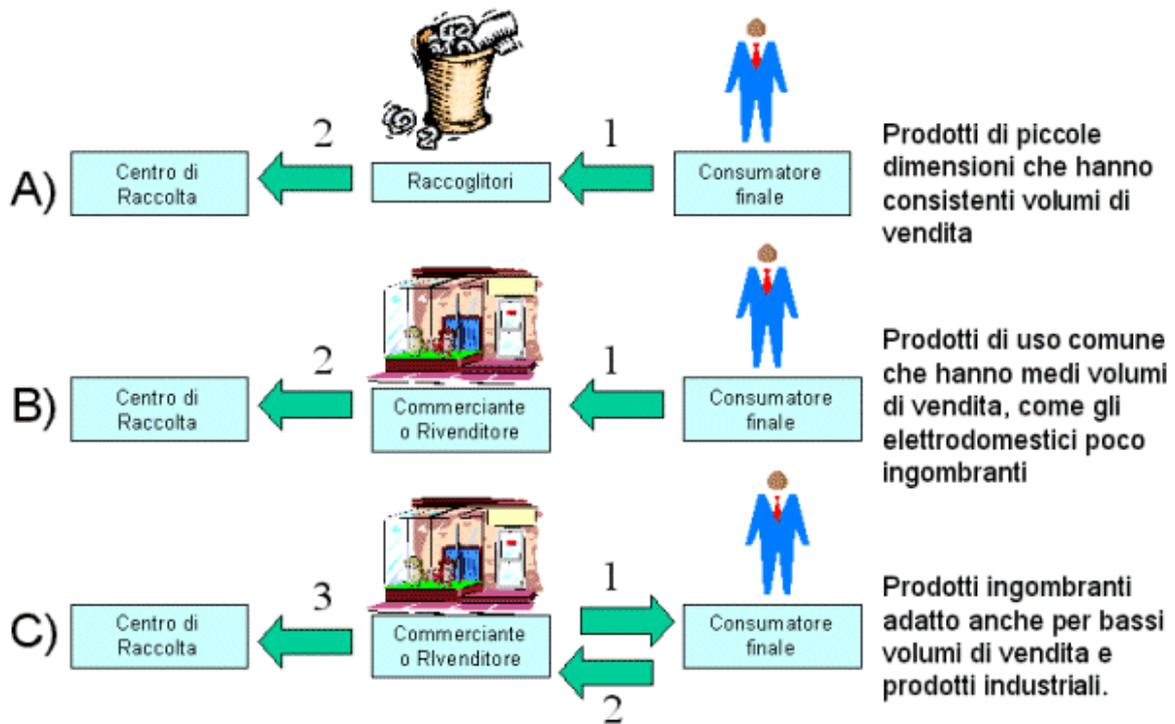


Figura 2: Modelli di recupero dal consumatore finale

Un ultimo modello è quello costituito dall'operatore che preleva il prodotto nel punto d'uso. Questo modello viene usato ad esempio nel caso di elettrodomestici voluminosi, ove il commerciante si fa carico del recupero, ma aumenta la soddisfazione del proprio cliente (Fig. 2 C). In alcune realtà comunali, questa tipologia di recupero può essere effettuata dalle stesse autorità comunali

La produzione e la vendita di un prodotto deve sempre rispondere a dei parametri di qualità che assicurano la rispondenza del prodotto a determinate caratteristiche funzionali. La qualità del prodotto recuperato non è nota a priori, in quanto dipende dal tipo di uso che ha avuto durante la sua vita. Un prodotto usato poco e male ha caratteristiche completamente differenti da un prodotto simile usato intensamente e nel modo corretto. Per chiarire meglio il concetto, un esempio può essere fatto pensando al settore automobilistico. Considerando una marca e un modello, tutte le auto nuove sono garantite e quindi uguali, per cui nell'acquisto non è necessario valutare se esistono differenze tra due prodotti della stessa serie. Quando, invece, si acquista un'auto usata è necessario vedere e provare diverse macchine dello stesso modello, dato che la funzionalità e l'integrità dipende dal modo in cui è stata usata. Nella reverse logistics non è così semplice parlare di qualità, ciascun prodotto raccolto dalla fase d'uso è teoricamente differente e deve essere valutato e testato per poi essere inserito nel modo più opportuno nel ciclo inverso.

Nella logistica diretta la qualità e l'integrità del prodotto è garantita dal packaging. Il packaging consente inoltre di facilitare le fasi del trasporto e le fasi di handling, basti pensare all'utilità di un pallet. Un corretto packaging permette inoltre di ottimizzare il carico, saturando, per esempio, la cassa mobile di un pianale ferroviario. Una volta che il prodotto passa nelle mani dell'utente finale, il packaging o viene irrimediabilmente danneggiato durante il disimballo, oppure non viene conservato durante tutta la vita utile del prodotto. E' quindi pressoché impossibile riutilizzare lo stesso packaging per potere gestire il ritorno. Nel ciclo inverso, i prodotti difficilmente possono essere palletizzati, in quanto si tratta di prodotti sprovvisti di un proprio imballo e le cui dimensioni e forme possono essere differenti tra di loro. Risulta, inoltre, essere difficoltoso gestire l'ottimizzazione di un carico composto da prodotti sfusi, diversi per dimensioni e tipologia.

Il prodotto viene venduto a un prezzo definito dall'azienda che lo produce o che lo commercializza. Il prezzo è fissato sulla base di considerazioni strategiche e valutazioni di mercato. Il prezzo per il prodotto di recupero dipende, invece, da molti fattori. In primo luogo, la possibilità di riutilizzarlo, ovvero trattarlo e rivenderlo nel mercato. Questa strategia viene applicata da Kodak per il recupero e la vendita delle macchine fotografiche usa e getta, le quali vengono raccolte ripulite e ri-commercializzate. L'azienda utilizza i fotografi o gli sviluppatori come centri di raccolta e paga loro il servizio di raccolta in base al numero di prodotti raccolti. Nel caso in cui i prodotti recuperati risultano essere in alta percentuale danneggiati, la possibilità di riuso sarà bassa, quindi l'azienda potrebbe non essere più disposta a pagarli come se questi fossero integri. L'esempio citato è solo un fattore che influenza il riutilizzo del prodotto. L'obsolescenza è un altro fattore chiave, maggiore è l'età del prodotto e minore è il suo valore. Hewlett Packard (HP), azienda leader nel mercato degli strumenti per l'Information technology e pioniera nei progetti per lo sviluppo di tecniche per il recupero dei prodotti, ha un programma intensivo per il recupero delle cartucce di toner per stampanti usate. L'azienda recupera i prodotti esauriti, li sottopone a dei trattamenti di rimessa a nuovo e di ricarica, per poi rivenderli. Il ciclo di vita di una stampante è molto breve, per cui se HP non riuscisse a recuperare le cartucce esaurite in tempi rapidi, rischierebbe di trovarsi del materiale che, una volta ricaricato, non avrebbe più mercato in quanto divenuto obsoleto. Alcune aziende potrebbero anche speculare su questo fatto, bloccando la catena inversa e aspettando che il valore del prodotto diminuisca per poi acquistarlo (Tibben-Lembke and Rogers, 2002).

Nella catena diretta la velocità con cui il prodotto giunge nelle mani dell'utente finale, è un parametro distintivo e strategico. Ogni azienda cerca di soddisfare nel più breve tempo possibile i bisogni manifestati dai propri clienti, quindi i tempi di attraversamento della catena, dal produttore al consumatore, devono essere ridotti al minimo. Nella logistica inversa la velocità non è un parametro ritenuto al momento strategico e dipende sia dalla tipologia del prodotto che dal tipo di processo di recupero cui il prodotto deve essere sottoposto. Per alcuni prodotti destinati al ri-uso il ritorno nel mercato deve essere tempestivo per evitare che diventi obsoleto, come nel caso delle cartucce di HP, mentre, per altri, come il vetro o la plastica degli imballi, la velocità del recupero non è rilevante.

Un altro aspetto di differenza è dato dalla possibilità di tracciare il prodotto. Nella logistica diretta attraverso l'utilizzo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione si è raggiunto l'obiettivo di conoscere in tempo reale l'esatta posizione del prodotto dalla manifattura al consumatore finale. Nel momento, però, in cui il prodotto raggiunge il punto d'uso si perde la sua traccia. Questo rappresenta un punto di discontinuità tra la catena diretta e l'inversa ed è un grosso problema in quanto complica tutte le fasi relative al recupero del prodotto stesso. La condizione di piena tracciabilità vale comunque solo per alcuni prodotti complessi e costosi, mentre allo stato attuale non sarebbe conveniente applicarla a beni di uso comune. Infatti, alcune aziende stanno realizzando dei progetti per il controllo dello stato ed il funzionamento del prodotto da remoto. Una "centrale operativa" raccoglie tutti i dati che ogni prodotto invia durante il suo utilizzo, per potere anticipare la soluzione a problemi legati all'obsolescenza, al cattivo funzionamento o alla presenza di componentistica difettosa. I beni soggetti a questo tipo di controllo sono generalmente prodotti industriali molto sofisticati.

Infine, è difficile gestire le scorte dei prodotti recuperati nei magazzini adibiti o usati come centri di raccolta. Infatti, alcuni prodotti recuperati possono avere dei picchi non previsti, dovuti a condizioni imprevedibili. L'inserimento nel mercato di un nuovo prodotto sostitutivo può portare allo smantellamento da parte dell'utente del prodotto obsoleto. Anche leggi o nuovi regolamenti possono fare aumentare drasticamente i flussi di logistica inversa, creando dei problemi di efficienza nei punti di raccolta. Si pensi, ad esempio, alle iniziative di rottamazione dell'usato, che attraverso gli incentivi fiscali mirano alla sostituzione dei prodotti obsoleti o datati.

## **1.1 Studi e progettazione**

L'importanza sempre maggiore della reverse logistics richiede l'esecuzione e la gestione di nuovi processi non solo interni all'azienda ma anche tra diversi soggetti appartenenti sia alla catena diretta che a quella inversa. Data la complessità e l'incertezza di tali processi, il ruolo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione sarà sicuramente necessario per realizzare la tracciabilità del prodotto, elemento importante in grado di eliminare il punto di discontinuità tra catena diretta e catena inversa. Tale punto di discontinuità è rappresentato dal fatto che nel momento in cui il prodotto passa al consumatore, nella supply chain si perde traccia del bene, generalmente perché non esiste un database che associ il prodotto al relativo consumatore. Questo intervento per alcuni prodotti, p.e. beni aventi prezzi bassi e alti volumi di vendita, potrebbe avere un costo non giustificato dagli eventuali punti di forza dell'iniziativa.

Infine, la gestione dei materiali riutilizzabili richiede lo sviluppo di nuove relazioni con partner rappresentati da centri di raccolta e selezione, ma anche da operatori (intermediari) in grado di gestire mercati globali attraverso le potenzialità di Internet, come gli e-marketplace.

In estrema sintesi è necessario in prima istanza studiare e monitorare:

- Le fasi e gli step del ciclo logistico dei prodotti fine vita in funzione di circuiti organizzati a livello regionale o nazionale;
- I soggetti che, a diverso titolo e livello, sono coinvolti nel processo logistico;
- Le caratteristiche, le capacità operative ed il layout dei siti preposti alla raccolta, al trattamento, allo stoccaggio ed alla rispedizione dei prodotti fine vita, che possono identificarsi in un unico sito polifunzionale od in siti diversi monospecializzati;
- I sistemi e le modalità di trasporto normalmente utilizzate al fine di identificare i colli di bottiglia nelle varie fasi del ciclo logistico oltre ad i costi dalla presa alla consegna compreso il primo e l'ultimo miglio;
- Tipologia, taglia ed organizzazione degli operatori del trasporto utilizzati nei servizi di reverse logistics;
- Possibili applicazioni di sistemi di trasporto alternativi al tutto gomma e stima dei costi del servizio in confronto a quelli praticati dall'autotrasporto;
- Verifica del grado di utilizzazione dei sistemi di tracciabilità e rintracciabilità;
- Analisi della legislazione che disciplina il trasporto di prodotti RAEE e di altri prodotti fine vita, anche al fine di produrre eventuali proposte di linee guida innovative;

- Identificazione degli interventi finalizzati all'innovazione del ciclo logistico compresi quelli relativi alla progettazione, sperimentazione e successiva applicazione, attraverso progetti pilota, di piattaforme informatiche per l'ottimizzazione del ciclo stesso;
- Studio e progettazione del layout ottimale di una piattaforma logistica innovativa dedicata alla reverse logistics
- Rilevazione, selezione ed analisi di casi di best practice in Europa e, se del caso, nel Nord America /Canada;
- Analisi SWOT sui punti di forza e debolezza del ciclo logistico dei prodotti fine vita quale è oggi e quale potrebbe essere dopo gli interventi innovativi (Vision);

## 1.2 Evoluzione ipotizzabile dello scenario logistico

Si prevede che nel 2020, una percentuale piuttosto alta dei beni di consumo e dei veicoli (auto e moto) sarà prodotto con parti risultanti dalle seguenti forme di recupero: riuso, riparazione, ri-manifattura, cannibalizzazione e riciclo.

Il materiale di cui parliamo sono i rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche, sia i grandi elettrodomestici, sia quelli "ad alta tecnologia", quelli, cioè a ciclo di vita corto, che dopo essere stati sfruttati per poco tempo diventano obsoleti per la grande innovazione tecnologica cui sono sottoposti i propri "simili" passati da un laboratorio al mercato.



Figura 3: un nodo generico

È evidente come un risultato di così alto profilo giace e si realizza sulla base di un sistema di gestione della logistica inversa estremamente efficiente ed efficace,

basato sull'esistenza di una rete logistica integrata distribuita opportunamente sul territorio, costituita da nodi "fisici", vale a dire da piattaforme logistiche di raccolta e di trattamento e nodi "logici" (Fig. 3), vale a dire piattaforme informatiche di interoperabilità Web based, comunemente definite sistemi intelligenti per la gestione delle informazioni e dei servizi o integratori logistici intelligenti.

Una struttura a rete così complessa è concepibile soltanto a condizione che sia supportata da sistemi informativi interconnessi. La maggior parte dei sistemi operativi correnti sono chiusi nell'ambito dei singoli operatori, circoscritti cioè alle diverse funzioni di una singola organizzazione: un magazzino, un porto, uno spedizioniere, ecc. Così pure organizzazioni e servizi sono tendenzialmente pensati per una scala specifica: quella internazionale (es. container), quella nazionale (camion), quella locale/regionale (es. furgone). Questo crea evidenti diseconomie di scala. Ma integrando le operazioni delle imprese che lavorano in scale geografiche diverse si riesce a raggiungere un'efficienza sistemica.

La prima delle due dimensioni chiave di una rete di logistica integrata Web based è perciò l'interconnessione dei sistemi operativi/informativi che consente di interfacciare le attività logistiche sulle differenti scale geografiche. L'interconnessione dei sistemi operativi/informativi deve facilitare il passaggio delle informazioni (e quindi delle cose) da una scala all'altra, con il coinvolgimento nel processo di attori diversi,

La seconda dimensione chiave, che ne consegue, è lo sviluppo di un "Integratore logistico intelligente" una piattaforma di interoperabilità capace di combinare un insieme di servizi (packaging, organizzazione del trasporto, identificazione, tracciabilità e rintracciabilità, servizi assicurativi e finanziari, sicurezza e qualità e conservazione, customer support, ecc) che accompagnano il movimento di ogni singolo prodotto o componente e ne certificano la storia.

Dunque l'obiettivo della ricerca è lo sviluppo di una rete logistica che sia in grado di recuperare i prodotti a fine vita in tutto il territorio italiano e di trasportarli con la massima saturazione evitando i viaggi a vuoto o a carico incompleto, e permetta di consegnare questi prodotti presso piattaforme di raccolta e trattamento ad alto valore tecnologico distribuite sul territorio. La rete logistica deve essere naturalmente coordinata da un sistema informativo capace di gestire i flussi logistici, organizzandoli in tempo reale e garantendoli in termini di ottimizzazione delle unità di carico e dei percorsi, nonché in chiave di identificazione e di storia.

### 1.2.1 La Rete

L'assunto di partenza per chi vuole progettare delle reti di aziende sta nel concetto che esse rispondono a quattro bisogni e obiettivi fondamentali: competitività strutturale, integrazione dei processi, sviluppo di reti di persone, qualità della vita.

Le reti di aziende che si sono sviluppate in Italia e altrove sono il risultato di processi naturali di configurazione, basata sulla specializzazione della produzione, sulla condivisione di atmosfere imprenditoriali, sulla combinazione di interessi, sulla regolazione dei settori. Sono state definite **reti naturali**, di cui oggi esiste anche una casistica (supply chain), costruite dalle aziende medio-grandi intenzionalmente sulla dimensione del prodotto-servizio, sui risultati complessivi della rete, sull'innovazione, sulla gestione delle persone.

Tuttavia merita una considerazione il fatto che lo sviluppo e la progettazione delle reti d'impresa deve e può assumere una prospettiva strategica condivisa. Questo è il primo carattere distintivo rispetto alla prima fase dello sviluppo dei distretti, in cui gli obiettivi del sistema erano talvolta la risultante di processi imperscrutabili, studiati ex-post e lodati se avevano avuto successo. Internet invece rende obbligatorio muovere da una strategia.

Quindi il passo successivo è progettare e sviluppare le reti, come sistemi organizzativi complessi e non solo come supply chain. Le abbiamo chiamate **reti governate**, ossia non solo progettate ma anche dotate di un sistema di governance più ampio e condiviso. Le reti di imprese in questo caso sono vere e proprie strutture di impresa, dotate di una forma di organizzazione diversa per molti aspetti da quelle succedutesi sia nella grande impresa sia nella PMI molecolare. Il secondo carattere distintivo sta quindi nel considerare le reti di PMI strutture ex novo progettabili, sviluppabili e governabili.

Le reti di imprese sono un sistema complesso composto da una varietà di componenti e di strati di regolazione di natura diversa e disomogenea. Come un computer è fatto di un mobile, di un sistema elettrico, di un hardware, di un software, ecc, che svolgono funzioni differenziate e che incontrano passi di sviluppo non uniformi, così una rete organizzativa è composta da elementi fra loro eterogenei (la catena del valore, i processi, i nodi, le connessioni, le strutture, i sistemi operativi), ognuno dei quali ha un suo tasso di innovazione e che si combinano insieme in modo da rendere ogni rete d'impresa unica e irripetibile. Dobbiamo perciò pensare la rete come una vera organizzazione composta da elementi analizzabili, diagnosticabili

e progettabili in grado di evolvere. Questo è un terzo carattere distintivo che consente inoltre agli attori un'azione intenzionale di continuo miglioramento e di ripensamento strategico della rete in sé.

La governance della rete è l'elemento centrale che rende possibile agli attori di compiere ogni azione necessaria per progettare e governare il sistema che abbiamo tratteggiato. Il quarto carattere distintivo è che, riteniamo, non vi sia un unico sistema di governance, che implichi per esempio subordinazione delle reti ad un centro di governo rappresentato dalla grande impresa o da una impresa distrettuale leader, ma che esso sia una arena di dialettica sociale per tutte le imprese grandi, medie e piccole, gestita necessariamente in outsourcing. Questo perché l'impresa rete è popolata da lavoratori della conoscenza, non solo settoriale ma allargata alle diverse competenze necessarie alla realizzazione ed erogazione dei servizi. Il quarto carattere distintivo è che senza imprenditori, manager e lavoratori della conoscenza formati e gestiti non vi saranno reti di imprese, ma sweat shops o mere partite I.V.A.

### **1.2.2 Dal nodo logico al nodo fisico: le piattaforme di raccolta e trattamento**

Le piattaforme logistiche per accogliere e trattare i beni RAEE dimessi appartengono alle seguenti tipologie:

- Piattaforme per la raccolta ed il trattamento di grandi elettrodomestici ed elettrodomestici difficili e delicati da trasportare; è il caso di frigoriferi, condizionatori, congelatori, CRT di grosse dimensioni. Inoltre per alcuni RAEE, come quelli del freddo ed i CRT di grosse dimensioni, le piattaforme sono dotate di sistemi di sicurezza ed ausilio agli operatori per il trattamento delle sostanze contenute nei loro circuiti per negligenza o incapacità.
- per beni durevoli Hi-Tech dimessi ad alta tecnologia: vale a dire elettrodomestici contenenti chip, PWB, memorie, sistemi di comunicazione e telecomunicazione etc

***Le piattaforme operano in un contesto nel quale i prodotti sono concepiti e dotati di tecnologie che ne consentano l'identificazione, il tracciamento per facilitare il governo dei flussi di ritorno:***

- Sistema di identificazione del prodotto tramite nano-transponder. Il sistema di trasmissione e memorizzazione dei dati è applicato a ciascun prodotto, semplice da programmare e da interrogare. Il modello di rete wireless con "un'antenna (una cella) per ogni lampadina consente il tracciamento continuo del prodotto"

- Protocollo standard di identificazione e di comunicazione per la semplificazione delle operazioni di test, controllo e smistamento dei prodotti, da compiersi attraverso l'interrogazione del nano-transponder per l'avviamento alle fasi di rinnovo o re-manufacturing.
- Sistema informativo per la gestione efficiente dei flussi di ritorno dei prodotti. Il sistema pianifica i percorsi per il recupero ed i relativi tempi di esecuzione del trasporto. Il sistema considera il ciclo di vita del prodotto per fare fronte ai picchi di servizio concentrati in determinati periodi ed essere interfacciabile con i software che verranno sviluppati per gestire la forward logistics.

### **1.3 La Rintracciabilità di filiera nella Reverse Logistics**

Nella cultura corrente il termine rintracciabilità è associato agli spostamenti fisici di un singolo oggetto e risponde alla domanda: "che percorso ha seguito questo oggetto?". Il percorso oltre che fisico (in quali coordinate spaziali o luoghi è stata rilevata la sua presenza) può essere anche (o solo) logico: è stato ricevuto, è a stock, è in transito.

Per questo, tipicamente, le etichette bar code, i tag a RF o i localizzatori sono le tecnologie di riferimento per il mondo inorganico.

Pensiamo che questa vista forse più legata alle tecnologie di raccolta dati, possa essere proiettata verso il mondo della governance delle dinamiche industriali e delle policies di uso delle risorse e del territorio; sono infatti necessarie due estensioni:

- a) verticale: l'oggetto è materia prima o semilavorato o in genere input alla produzione di un altro oggetto o sostanza le cui caratteristiche (per esempio di pericolosità per l'ambiente) possono essere derivate o ereditate dagli oggetti o sostanze a valle. In questa ottica (rin)tracciabilità deve riferirsi alla filiera, cioè a tutti i livelli della distinta base e a tutti gli attori che concorrono a costruire le sostanze o i pezzi necessari a costruire l'oggetto finale di interesse.
- b) orizzontale: due copie dello stesso oggetto possono essere costruite seguendo percorsi geografici molto diversi. Dismessa la produzione della Panda a Mirafiori la si produce in Polonia: altro produttore, altra logistica, altra distinta base.

## VISIBILITA' CONTEMPORANEA E CONTESTUALE SULLA FILIERA

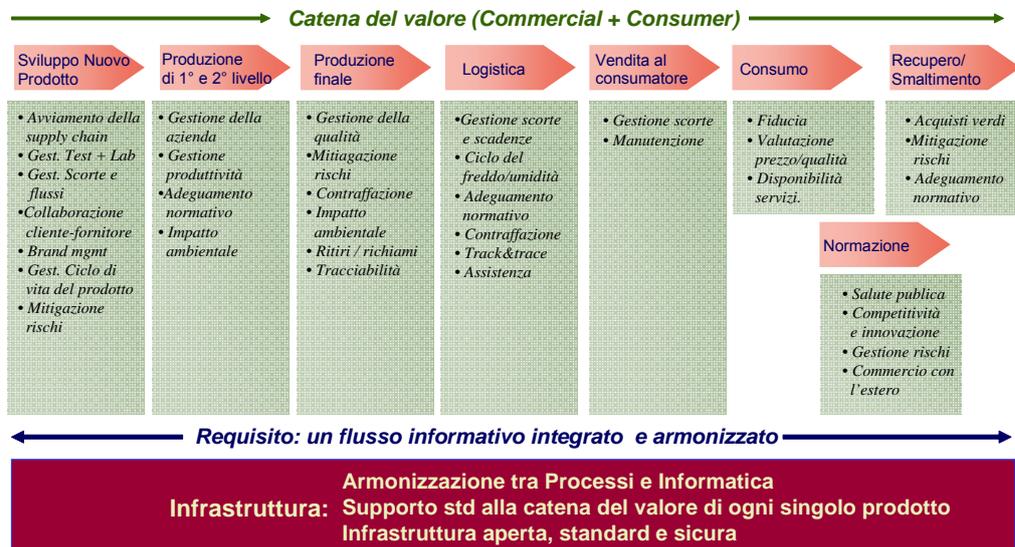


Figura 4 Visibilità contemporanea e contestuale sulla filiera

Una copia dello stesso libro (titolo, per esempio “Marcovaldo”) può essere di carta nuova e un’altra, di un altro editore, di carta riciclata.

La tracciabilità di filiera è “per prodotto/(luogo di)produzione”. Nell’ambito Reverse Logistics la rintracciabilità di filiera è lo strumento (anche analitico) richiesto per poter gestire in modo articolato (per esempio in termini di incentivi) e intervenire in modo chirurgico (normativa non vaga e sanzioni puntuali) sui flussi e sui trattamenti dei materiali.

Esempio: un pc di HP dove essere trattato diversamente da uno della Apple, il suo valore in termini di materiali riutilizzabili o da smaltire è diverso, il costo di smontaggio e i flussi delle materie seconde è diverso.

### 1.3.1 Stato dell’arte

La rintracciabilità ha una storia consolidata soprattutto nei settori Aerospace & Defence e Automotive. Questi sono i settori dove (quasi) ogni pezzo è “battezzato” oppure dove tutti i pezzi di un certo ordine di produzione sono referenziabili separatamente da quelli di un altro ordine. Ogni pezzo di lamiera di un aeroplano anche non militare ha un suo identificativo, così come tutti gli iniettori prodotti con uno specifico ordine di produzione possono essere a monte di un rischio

riconosciuto. La distinta base e la gestione per commessa, sono le tecniche utilizzate per tenere traccia degli impieghi.

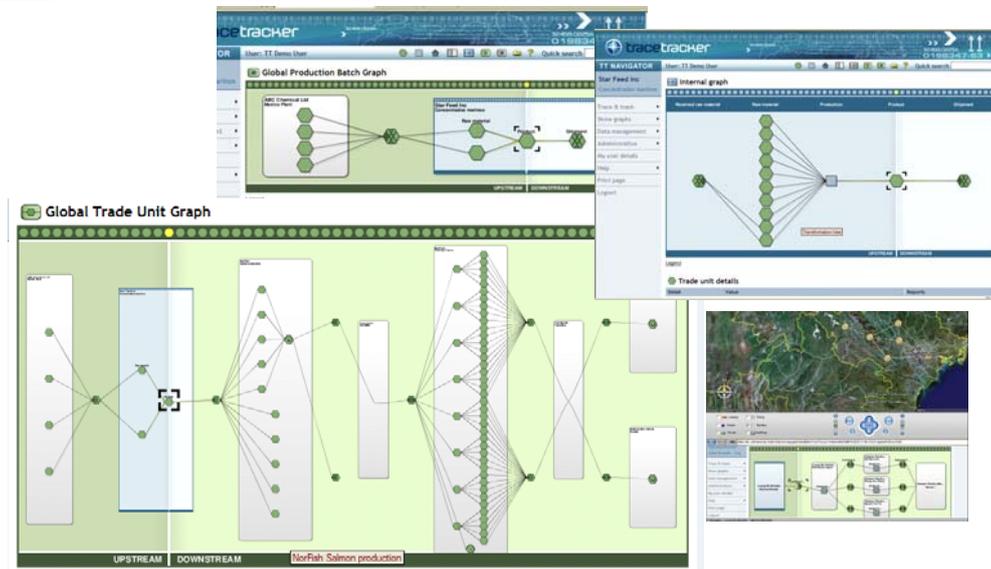
Con il crescere delle preoccupazioni riguardo l'ambiente e la salute umana, i settori chimico, alimentare, farmaceutico, della produzione primaria e dei rifiuti urbani e industriali stanno evolvendo verso l'adozione di normative stringenti riguardo la valutazione della vulnerabilità, la gestione dei rischi e il calcolo dei danni provocati da sostanze non più compatibili con la strategia dello sviluppo sostenibile.

La rintracciabilità di filiera è diventata un po' la parola d'ordine di molti interventi programmatici ma l'applicazione delle tecnologie si è fermata a seguire i materiali all'interno di uno stesso sito produttivo limitando così il principio di responsabilità al singolo operatore.

L'assenza di sanzioni significative non favorisce il riconoscimento della filiera come filo rosso della storia di un prodotto; la mancata istituzione di meccanismi di intervento rapido e coordinato in caso di evento avverso è forse la realtà istituzionale con maggiore impatto sulla mancata adozione di strumenti che supportino la visibilità "integrata" sulla realtà produttiva.

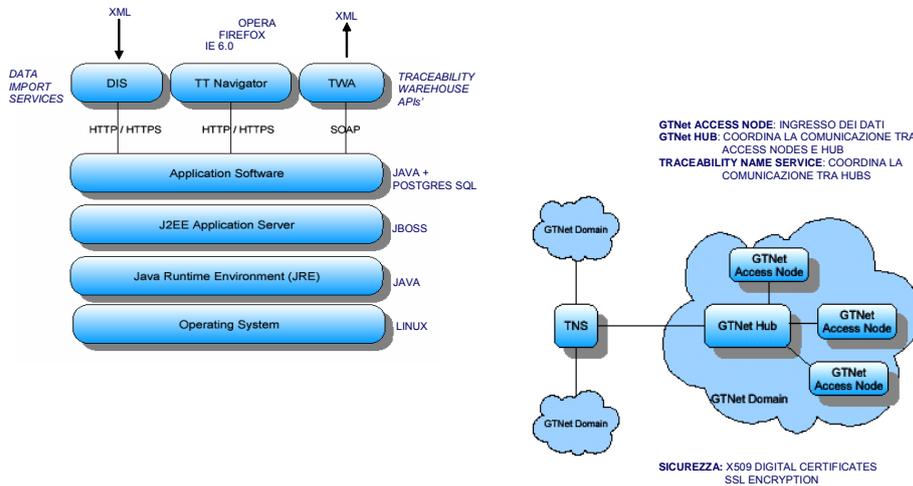
Da questo scenario risulta con grande rilievo il caso positivo delle energie rinnovabili o meglio ancora quello degli "acquisti verdi" che mette in atto un ciclo virtuoso di sostegno pubblico al re-impiego di materiali di scarto opportunamente trasformati (es: la plastica delle panchine) che potrebbe richiedere all'acquirente finale (l'amministrazione locale) di verificare la provenienza dei materiali da riciclo utilizzati per i prodotti che acquista.

## FLUSSI INTERNI E FLUSSI LUNGO LA FILIERA



Due sono le architetture adottate dalle poche piattaforme software che favoriscono la visibilità contemporanea e contestuale su tutti i singoli operatori di una filiera e sui movimenti delle merci da loro effettuati: quella centralizzata e quella distribuita. La prima, gerarchica, è tecnologia proprietaria e orientata a favorire un capo filiera nel controllare i dati relativi ai suoi fornitori; la seconda, a rete, è Open Source e apre la possibilità per ogni operatore di partecipare a più filiere e di far evolvere nel tempo la propria posizione nelle reti di acquisto/fornitura.

## LA TECNOLOGIA: APERTA E STANDARD



### 1.3.2 Tracciabilità e Reverse con le etichette RFID

L'etichetta RFID consente di memorizzare dati e tenere traccia della vita di un prodotto. In alcuni casi il prodotto stesso è in grado di auto aggiornare le informazioni memorizzate a intervalli regolari nell'etichetta in radio frequenza. In particolare se si considera una filiera corta (produttore, punto di vendita, cliente) può essere ipotizzato un modello applicabile ad alcuni prodotti come gli elettrodomestici bianchi.

In tale modello il produttore registra nell'etichetta il codice prodotto, la data di produzione e la presenza nell'elettrodomestico di eventuali componenti tossiche. A questo punto l'elettrodomestico viene portato al punto di vendita. Nel momento in cui il prodotto viene venduto, il retailer registra nell'etichetta RFID un codice che identifica il cliente finale e la data di vendita.

A questo punto il prodotto viene portato nel domicilio del consumatore finale. In un database del produttore viene inserito il dato che fornisce la corrispondenza tra prodotto e consumatore, unitamente alla data di vendita. Tale corrispondenza permette di attuare da parte del produttore o del punto di vendita delle strategie di up selling o di cross selling.

Nel caso in cui l'elettrodomestico necessiti di assistenza durante la sua vita, il personale addetto all'assistenza ha la possibilità di:

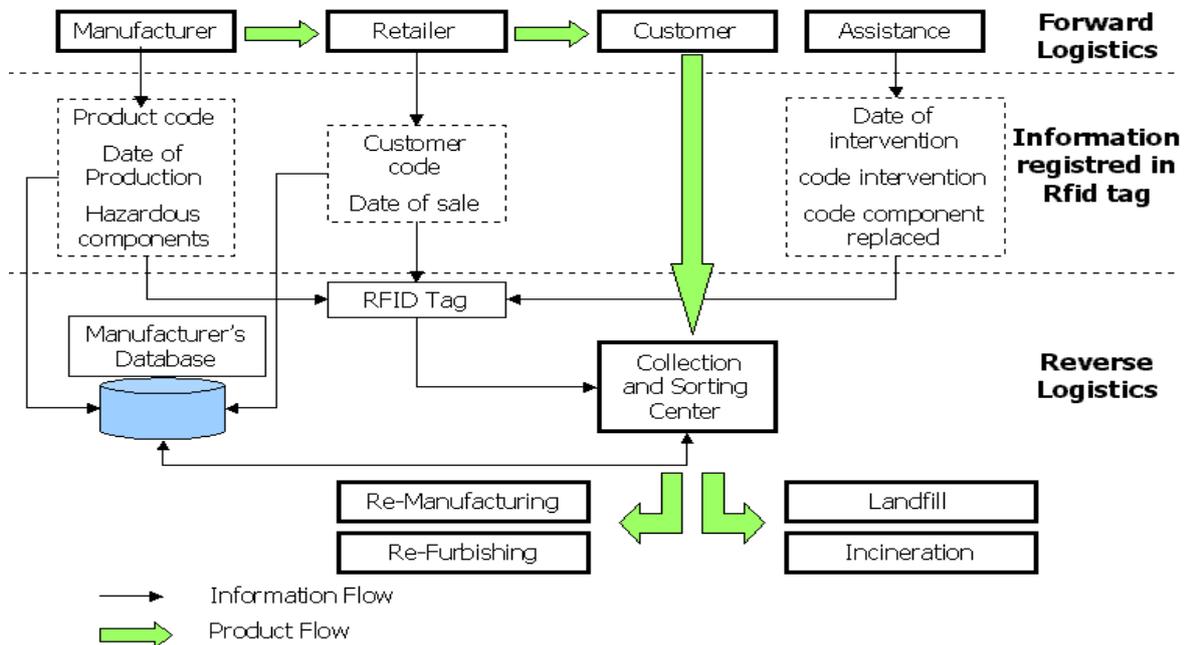
- leggere i dati registrati nell'elettrodomestico quindi di comprendere il numero di ore di funzionamento ed eventuali precedenti attività di assistenza.
- aggiornare i dati inserendo il problema riscontrato, il componente difettoso, e dei codici che sono in grado di esprimere la tipologia di intervento e il componente sostituito.

I dati registrati nel tag vengono in tempo reale registrati attraverso sistemi GPRS/UMTS nel database del produttore il quale in questo modo è in grado di comprendere come funzionano i propri prodotti venduti ed eventualmente attuare una campagna di prevenzione per evitare che un problema di fabbricazione non rilevato possa creare problemi ai clienti.

L'etichetta e la tracciabilità del prodotto consentono al produttore di:

- migliorare le relazioni con i clienti;
- aumentare il livello di fidelizzazione;
- essere a conoscenza della collocazione del prodotto finale per organizzare il recupero.

Al momento di raggiunta fine vita del prodotto, il produttore ha la possibilità di organizzare delle promozioni per favorire la sostituzione del prodotto. La sostituzione prevede la consegna di un prodotto nuovo e il ritiro del prodotto usato. Il prodotto usato viene così portato in un centro di raccolta. La lettura del tag RFID permette di comprendere subito quali componenti possono essere recuperati per essere reimmessi nel ciclo di logistica diretta. Inoltre viene subito notificata la presenza di prodotti tossico-nocivi permettendo la rimozione in sicurezza. I dati raccolti costituiranno una fonte di informazioni strategiche per rilevare come hanno funzionato durante la loro esistenza i prodotti recuperati. Tali dati passati alla funzione ricerca e sviluppo contribuiscono al miglioramento dei prodotti nuovi.



Le stesse informazioni sono utili se il prodotto viene recuperato da una società estranea al produttore in un momento non pianificato dal produttore stesso. Anche in questo caso le informazioni registrate e lette nel momento in cui il prodotto entra nel centro di raccolta e smistamento contribuiscono a una migliore gestione del rifiuto, permettendo di raccogliere i componenti riutilizzabili e rivenderli all'azienda produttrice. In questo ultimo caso l'unica esigenza è costituita dallo standard di registrazione. Tutte le etichette devono essere registrate nello stesso modo utilizzando la stessa tecnologia.

### 1.3.3 Evoluzione Ipotizzabile

Se la scienza si muove in modo evolucionista seguendo il caso, l'intuito, la capacità, la creatività, gli interessi di singoli soggetti o istituzioni, la maturazione delle tecnologie è più funzionale all'utilità "sociale" e subisce la forte influenza dei mercati.

La tracciabilità è data per scontata e rientra nelle aspettative dell'utente riguardo la qualità di un prodotto o di un servizio. Ma questo elemento di fiducia verso il mercato da parte del consumatore e verso le istituzioni da parte del cittadino nasconde una certa distanza dalla consapevolezza della complessità del reale.

Internet nasce per tenere in comunicazione una rete di impianti di produzione disseminati sul territorio a rischio di attacco militare; la società dell'informazione

nasce per gestire una realtà caratterizzata dalla progressiva industrializzazione e continuo riposizionamento geografico delle produzioni e delle competenze. Ci si aspetta che l'individuo si confronterà con un reale molto più "profondo" perché meglio descritto ma anche meno "governabile" perché più sfuggente. La complessità tenderà a crescere e le tecniche per "orientarsi" saranno sempre più info-vore. Vedendo la rintracciabilità come un macro capitolo delle esigenze di visibilità sui complessi flussi delle merci, è possibile ipotizzare che i filoni lungo i quali si osserveranno delle evoluzioni siano i seguenti:

- 1) sviluppo di tecnologie di raccolta dati personali e a costo marginale;
- 2) sviluppo di metodologie e tecnologie di sfruttamento della immensa mole di dati che si renderanno disponibili sia sui sistemi informativi che "viaggianti" sulle merci con un tag;
- 3) sviluppo di strumenti di gestione della continua trasformazione dei modelli di rintracciabilità

La Reverse Logistics nasce dalla necessità di gestire i rifiuti trasformandoli in materia prima o in componenti riutilizzabili; è per questo una realtà orientata a stimolare la trasformazione dei prodotti lungo la direzione di una produzione senza rifiuti:

- 4) gli usa e getta saranno bio-degradabili (con i tag)
- 5) i prodotti a ciclo di vita più lungo
  - 1) saranno smontabili automaticamente,
  - 2) saranno composti di componenti riutilizzabili al 100%
  - 3) saranno biodegradabili per le parti non riutilizzabili.
- 6) la globalizzazione "ad arcipelago" porterà alla costruzione di bacini di ricchezza che tenderanno all'autosufficienza ottimizzando l'uso delle risorse: il flusso "dalla miniera alla discarica" sarà globalmente sempre più regolato con la RL in posizione cruciale e tanto "intelligente" quanto la produzione.
- 7) cambieranno gli indici con cui si misura la crescita industriale e il benessere generato

### **1.3.4 Temi di Ricerca**

#### 1) sviluppo di tecnologie di raccolta dati personali e a costo marginale:

- tecnologie di identificazione/marcatura *embedded*
- tecnologie di cattura del dato pubbliche e distribuite sul territorio

#### 2) sviluppo di metodologie e tecnologie di sfruttamento della immensa mole di dati che si renderanno disponibili

- tecniche di data mining per identificare nuovi fenomeni e nuove dinamiche
- sistemi statistici per filiera
- internet delle cose – ogni oggetto ha un indirizzo IP
- oggetti intelligenti – ogni oggetto ha su di sé molte informazioni che possono essere elaborate in locale

### 3) sviluppo di strumenti di gestione della continua trasformazione dei modelli di rintracciabilità

- I nodi della rete filiera, siano essi l'operatore della Reverse o il produttore o l'utilizzatore della materia prima "derivata", possono cambiare nel tempo alterando il flusso, quindi la sequenza delle tappe produttive/logistiche. Gli "archi" sono relazioni di business che vanno modificati.
- Pianificazione (per categoria) della filiera della RL già durante la progettazione del prodotto.

### 4) gli usa e getta saranno bio-degradabili

- bio/nano tecnologie
- nuovi materiali

### 5) i prodotti a ciclo di vita più lungo :

- saranno smontabili automaticamente,
- saranno composti di componenti riutilizzabili al 100%
- saranno biodegradabili per le parti non riutilizzabili.

### 6) la globalizzazione "ad arcipelago" porterà alla costruzione di bacini di ricchezza

- metodologie di bilanciamento dei flussi lungo le filiere
- ottimizzazione delle risorse e delle scorte lungo le filiere
- efficienza delle filiere

### 7) nuovi indici

- indice di riutilizzabilità dei nuovi prodotti
- volumi di re-impiego sui volumi prodotti

## **2 ICT per la Reverse Logistics**

Le tecnologie informatiche e telematiche, per brevità indicate come ICT, rivestono un ruolo importante per la Logistica, e per la Reverse Logistics in particolare, innanzitutto perché mettono a disposizione degli strumenti adatti a gestire la complessità di reti di attori eterogenei e distribuiti geograficamente.

Nella logistica diretta gli attori principali sono l'azienda (leader) di produzione o di distribuzione, i fornitori di materiali e componenti e i terzisti, i clienti o i destinatari dei prodotti, le flotte interne dei diversi attori, gli operatori logistici locali, i grandi operatori nazionali ed internazionali.

Nella logistica inversa altri attori si aggiungono, ovvero i soggetti che raccolgono e immagazzinano i prodotti esauriti, eseguono lo smontaggio e la separazione dei materiali, ricondizionano i materiali, li riciclano e li smaltiscono.

Un altro contributo che il comparto ICT può dare è nel supporto alla modellazione e all'esecuzione di processi distribuiti, soprattutto se condizionati da fasi decisionali che interessano attori sparsi sul territorio.

Mentre un processo di lavorazione e assemblaggio può essere codificato in modo deterministico, in quanto in fase di progettazione tecnica vengono definiti con precisione i componenti impiegati e l'articolazione delle fasi da eseguire, un processo di disassemblaggio e di riparazione risente fortemente dello stato del singolo oggetto e può richiedere la consultazione di informazioni tecniche reperibili dal costruttore o addirittura dall'utilizzatore.

### **2.1 Stato dell'arte**

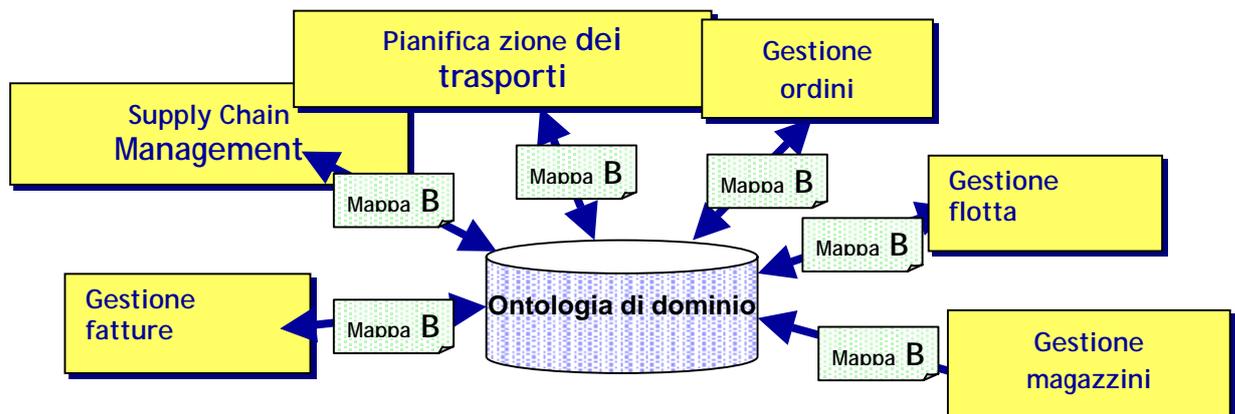
Lo stato dell'arte attuale nel settore ICT offre strumenti innovativi, e per questo spesso ancora prototipali, in quattro principali domini applicativi strettamente legati alle problematiche della logistica inversa: supporto all'interoperabilità di sistemi, architetture orientate ai servizi, comunicazione mobile, sistemi di workflow.

Riguardo all'interoperabilità, l'obiettivo è quello di facilitare al massimo l'interazione tra aziende e operatori in qualunque luogo si trovino e a qualunque settore appartengano.

La prospettiva è quella del Single European Electronic Market (SEEM), in cui ogni attore, soprattutto se è un'azienda di dimensione piccole o piccolissime, ha a disposizione strumenti di ricerca partner, qualificazione del proprio profilo in termini di offerta e domanda di prodotti e servizi, strumenti di innovazione e strumenti di collaborazione.

Per ottenere una vera rete di connessione tra le aziende sul territorio Europeo, è necessario applicare tecniche avanzate di interoperabilità sintattica e semantica, studiate e prototipate da Europei quali SEAMLESS e SEEMseed ([www.seamless-eu.org](http://www.seamless-eu.org), [www.seemseed.net](http://www.seemseed.net)) e nazionali come NEP4B ([www.dbgroup.unimo.it/nep4b/](http://www.dbgroup.unimo.it/nep4b/)).

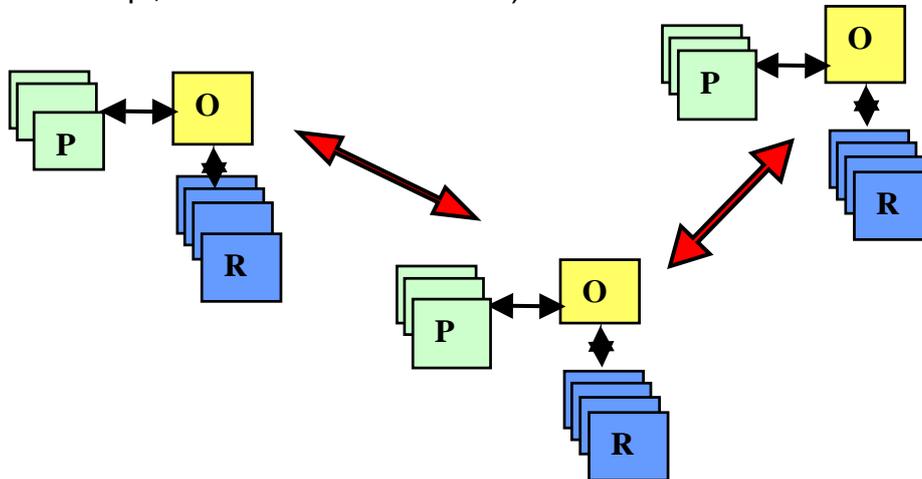
L'idea è quella di creare delle ontologie di dominio adatte a supportare lo scambio e la condivisione di informazioni a livello di settore/territorio, e poi metterle in corrispondenza tra loro secondo un approccio "multi-peer".



In sostanza, si creano comunità di soggetti che hanno interesse a interagire tra loro e si mettono in comunicazione le comunità in modo da propagare la capacità di ricerca e interazione in mondi sempre più lontani ed eterogenei.

La situazione è schematizzata nella figura seguente, in cui ogni comunità supporta l'interazione tra Produttori e Riciclatori (incluso tutti gli attori della catena inversa, inclusi i trasportatori), e le varie comunità sono collegate tra loro per risolvere problemi su scala territoriale vasta, quali il trasporto di merci pericolose o lo smaltimento oltre confine.

Naturalmente un aspetto non secondario della comunicazione multi-peer è la traduzione in varie lingue almeno della terminologia tecnica dei documenti scambiati (intestazione campi, insiemi di valori a scelta).



Riguardo alle applicazioni software che realizzano le funzionalità di ricerca partner, negoziazione e collaborazione, ma anche di calcolo dei percorsi, ottimizzazione di uso delle risorse (inclusi i mezzi di trasporto), ricerca della soluzione più conveniente, il paradigma che si sta affermando è quello di vedere le applicazioni come uno strato “leggero” delegato alla gestione dell’interfaccia utente, che comunica con “web service” che realizzano la logica applicativa vera e propria, e sono accessibili via web tramite opportune architetture di ricerca ed esecuzione.

Questo è il mondo SOA (Service Oriented Architecture), e ancora meglio SSOA (Semantic Service Oriented Architecture), che è ormai molto studiato a livello di ricerca anche se le prime realizzazioni pratiche stanno diventando disponibili solo ora. In pratica si delinea una figura di “fornitore di servizi informatici”, che supera ed estende l’idea di software house, che può pubblicare i propri strumenti e renderli accessibili a chiunque o ad una ristretta cerchia di utenti, gratuitamente o a pagamento.

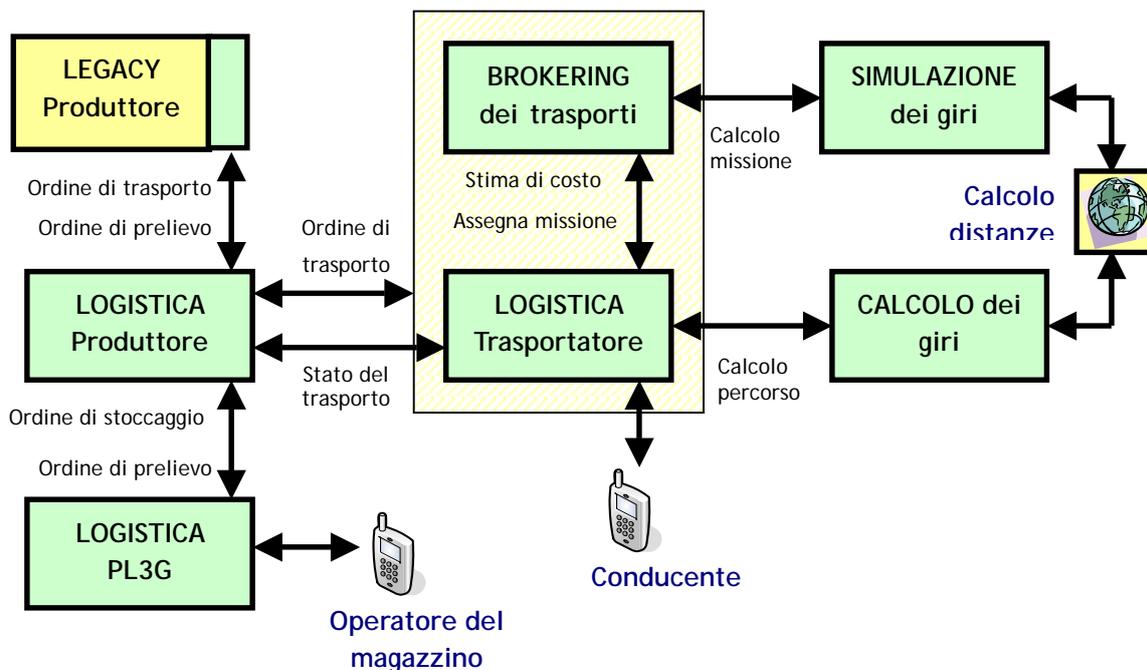
Riguardo alla comunicazione mobile, già oggi le ultime generazioni di palmari e cellulari consentono l’accesso a Internet, pur con limitazioni che dipendono dallo strumento. È già di oggi quindi la possibilità di fruire di servizi applicativi via web anche mentre ci si sposta o si è comunque lontano dalla sede di gestione dei dati.

Un progetto del Piano Telematico del Regione Emilia Romagna ha prodotto un prototipo funzionante di piattaforma SOA per l’erogazione di servizi web per la logistica diretta, basata sulla creazione di un’ontologia di dominio specializzata sulla logistica. Il prototipo offre strumenti di integrazione con i sistemi informatici esistenti

dei vari attori della catena logistica, e strumenti di comunicazione remota con gli autisti dei mezzi che eseguono le missioni di trasporto. L'adattabilità dei servizi applicativi di questa piattaforma alla logistica inversa può essere oggetto di progetti pilota anche sul breve termine. La figura seguente offre una schematizzazione dei servizi STIL

Riguardo infine ai sistemi di workflow per gestire la modellazione di processi e guidarne l'esecuzione, già da qualche anno sono disponibili ambienti di modellazione, simulazione e gestione, ispirati al modello proposto dalla Workflow Management Coalition o alle Reti di Petri.

Tali strumenti sono stati concepiti per un uso all'interno di un'organizzazione, e quindi non affrontano in modo nativo l'uso via web e soprattutto l'interazione tra



organizzazioni diverse, ognuna delle quali usa la propria semantica per rappresentare le porzioni di propria competenza di un processo più vasto.

Altro aspetto poco affrontato dalle soluzioni attuali è quello della definizione di condizioni decisionali in un linguaggio comprensibile ed utilizzabile dall'utente finale

## 2.2 Evoluzione ipotizzabile

Per valutare l'evoluzione delle tecnologie ICT nei prossimi anni conviene far riferimento al 7° Programma Quadro per la Ricerca e lo Sviluppo Tecnologico – Tema ICT, che esprime in modo efficace le direzioni su cui si articolerà la ricerca informatica nei 27 paesi dell'Unione Europea nel periodo 2007-2015. Vista la dinamica tumultuosa dell'informatica non conviene spingersi molto oltre come orizzonte temporale. Il programma è espresso in forma di "Challenge", di cui si richiamano quelli maggiormente attinenti.

Challenge 1: Pervasive and Trusted Network and Service Infrastructures. L'obiettivo è quello di rilasciare la nuova generazione di infrastrutture di rete accessibili dovunque e con qualunque strumento fisso o mobile. Temi di ricerca più specifici riguardano:

- Web 2.0. Oggi gran parte della conoscenza pubblicata in rete estraibile e trattabile è indicizzata a mano con parole chiave o è di tipo strutturato, ovvero organizzata in data base di cui è possibile dichiarare la struttura. Sta crescendo a dismisura la disponibilità sul web di conoscenza semi-strutturata o non strutturata, come immagini, video, testi liberi, blog. Quindi i motori di ricerca del futuro, che dovranno confrontare e tradurre in formati diversi la conoscenza disponibile, richiedono nuove tecniche di trattamento, classificazione e interpretazione di dati multimediali
- Interoperabilità tra sistemi informativi. Esiste già una letteratura ampia sull'argomento ma la strada verso il SEEM è ancora lunga, soprattutto riguardo al coinvolgimento di aziende di piccole dimensioni che non possono utilizzare strumenti complessi che richiedano una solida competenza informatica nel settore delle ontologie. Si tratta di lavorare a diversi livelli, coinvolgendo esperti di dominio che pubblichino e aggiornino ontologie, soggetti operanti su scala regionale o nazionale che traducano le ontologie nella lingua locale e la adattino al contesto d'uso, infine sensibilizzando i produttori di software ad utilizzare servizi web "semantici" che realizzino mappature e traduzione in diversi contesti applicativi
- SOA Semantic web services (interoperabilità tra processi e applicazioni, workflow). Anche in questo caso la letteratura scientifica è ampia ma l'effettiva disponibilità in rete di Registry di servizi web è ancora scarsa. Nel frattempo vanno identificate tecniche più efficienti, e soprattutto più adatte a gestire grandi volumi di servizi, per la caratterizzazione di un servizio, la ricerca di un servizio, il

confronto con altri omologhi, l'eseguibilità di un servizio ottimizzato per una certa piattaforma in una piattaforma di diversa architettura

- Applicazioni RFID. Tutte le aspettative vanno nella direzione di una grande diffusione di RFID nei prossimi anni nella prospettiva della "Internet of Things". Ogni RFID porta con sé un frammento di informazione, talvolta mobile, talvolta aggiornabile, e quindi è la base della comunicazione tra l'ambiente in cui si trova l'oggetto (compreso l'utilizzatore dell'oggetto) e altri soggetti che hanno a che fare con l'oggetto (il produttore, il destinatario). Nei prossimi anni ci si aspetta un grosso sforzo di standardizzazione degli RFID e delle tecnologie di lettura e aggiornamento, ma anche la crescita esponenziale di applicazioni che sfruttino al meglio le opportunità offerte da questi frammenti di informazione sparsi per il mondo

Challenge 6: ICT for Mobility, Environmental Sustainability and Energy Efficiency.

Questo tema di ricerca è prevalentemente orientato alla sicurezza e alla riduzione dell'impatto ambientale dei mezzi di trasporto. Comprende anche elementi di studio sulla mobilità delle merci, sia a livello urbano che sul lungo raggio, per supportare la selezione più appropriata di modalità di consegna così come richiesto dalle linee guida della Commissione sulla logistica delle merci. Un elemento chiave è la stretta collaborazione tra i diversi attori della catena logistica, per ottenere risultati condivisi e applicabili.

## **2.3 Temi di ricerca**

Nel seguito vengono riportati i temi di ricerca che possono coprire il periodo 2007-2015

### **2.3.1 Supporto alle decisioni**

La decisione sulla convenienza di smontare completamente un prodotto a fine vita e riciclare il materiale che vi è contenuto, rispetto alla possibilità di rottamare oppure a quella di recuperare solo certe parti, va presa di volta in volta sulla base di un complesso insieme di fattori. Fra questi fattori ricordiamo: (a) stato complessivo del prodotto (b) tempo/costo di ciascuna fase dello smontaggio, (c) valore commerciale corrente del materiale recuperato, (d) andamento della domanda, (e) eventuali contributi pubblici al riciclaggio. L'informatica può contribuire con lo studio e la messa a punto di strumenti per il supporto alle decisioni, capaci di pesare le diverse variabili e fornire veloci simulazioni e valutazioni quantitative di scenari alternativi.

Naturalmente, il supporto alle decisioni deve essere in grado di utilizzare informazioni che giungono in tempo reale dalla rete così come dati prodotti localmente e parametri impostati dal decisore.

### **2.3.2 Basi di Conoscenza e Ontologie di processi distribuiti**

Molto spesso i processi indotti dalla reverse logistics coinvolgono diversi attori ognuno dei quali svolge una determinata fase. Ad esempio, essi comprendono chi raccoglie i prodotti a fine vita, chi si occupa della concentrazione e dello stoccaggio, chi li analizza e decide in tempo reale il trattamento più conveniente, chi esegue materialmente lo smontaggio e il recupero dei materiali. Inoltre, anche guardando il solo processo di smontaggio e recupero si è in presenza di modelli diversi in funzione del modello del prodotto da trattare (lo smontaggio della lavatrice A è diverso da quello della lavatrice B). In linea di principio ciascuno di questi processi è definito autonomamente e indipendentemente dagli altri. Uno dei criteri per limitare i costi è avere una visione globale dell'intero percorso in modo da poter pianificare e controllare l'insieme delle attività. È questo un tipico scenario nel quale si possono realizzare basi di conoscenza e applicare le tecniche di confronto di ontologie di processo e di coreografia di servizio<sup>4</sup>.

### **2.3.3 Interoperabilità dei sistemi informativi**

Il modello distribuito citato al punto precedente genera complesse problematiche di scambio e di condivisione di documenti fra gli attori del sistema e anche rispetto alle autorità (pubbliche) preposte al controllo. Un tipico esempio è quello del trasporto attraverso più paesi Europei di rifiuti pericolosi dall'attore che li genera a quello che li tratta con il supporto dell'attore che li trasporta. Le normative nazionali e locali sono ancora molto diverse, la documentazione richiesta è abbondante e non omogenea, il problema della lingua introduce ulteriori difficoltà. L'informatica può contribuire mettendo a punto strumenti avanzati di comunicazione fra sistemi informativi aziendali e pubblici di natura diversa e realizzati con tecnologie diverse, per la

---

<sup>4</sup> [www.m3pe.org/deliverables/process-ontology.pdf](http://www.m3pe.org/deliverables/process-ontology.pdf)

conversione automatica dei documenti e di traduzione automatica dei loro contenuti sfruttando adeguate tecniche di rappresentazione della conoscenza<sup>5,6</sup>.

### **2.3.4 Applicazioni innovative basate su RFID**

Una prima applicazione già possibile sul breve-medio termine è applicabile al settore RAEE, e in particolare agli elettrodomestici e ad apparecchi che hanno un sistema controllo “embedded”. Possiamo immaginare che la macchina, o suoi componenti critici, siano provvisti di un RFID, in modo che il sistema di controllo possa inviare in tempo reale all’RFID informazioni sull’uso reale, in termini di ore di lavoro, temperatura minima e massima eccetera. Nel momento in cui la macchina inizia il ciclo di riciclaggio/smaltimento, i suoi RFID permettono di identificare con precisione la configurazione e quindi accedere ad informazioni appropriate fornite dal costruttore. Siccome chi ricicla tratta normalmente prodotti di diversa marca, le tecniche semantiche (incluse il multi-linguismo) sono molto importanti per la corretta interpretazione delle informazioni derivabili dagli RFID. Queste informazioni sono poi disponibili per tutti gli attori della catena di reverse logistics, inclusi gli operatori logistici, quindi è possibile tracciare i movimenti degli oggetti resi “intelligenti” dagli RFID che portano ad un costo minimale

Un’applicazione più proiettata verso il futuro, perchè richiede la disponibilità di RFID passivi a costo molto basso (in questo senso è molto promettente la “printed electronics”), è quella di applicare RFID a materiali di consumo quali le bottiglie di acqua e bevande e a tanti altri oggetti di consumo, che diventano quindi in grado di generare messaggi “Call and collect me” che possono essere intercettati e gestiti al fine di un corretto smaltimento.

### **2.3.5 Definizione del modello di Impresa Virtuale**

Le imprese impegnate nella produzione possono rivedere il loro approccio alla progettazione considerando alcuni fattori essenziali sia per assemblare le varie componenti sia per seguirle nel loro ciclo di vita complessivo (Life Cycle Assessment, LCA) riciclaggio compreso. Tale modello dovrà essere integrato anche

---

<sup>5</sup> [www.seemseed.net](http://www.seemseed.net)

<sup>6</sup> [www.seamless.eu.org](http://www.seamless.eu.org)

con altri enti del territorio siano essi pubblici che privati. Le nuove tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione contribuiscono a definire nuovi processi, anche globali, per la gestione integrata delle fasi di progettazione, dismissione e rottamazione e del recupero e riutilizzo di materiali o di parti funzionanti. Nuovi settori stanno perseguendo questi obiettivi dopo i risultati del settore auto.

### **2.3.6 e-Learning**

L'e-learning rappresenta nel panorama delle nuove piattaforme tecnologiche europee un punto irrinunciabile per affrontare e risolvere le problematiche relative a temi di interesse come la Reverse Logistics. La progettazione di una nuova piattaforma distribuita di e-learning (Meta Piattaforma), incentrata sui contenuti di interesse degli operatori e degli stakeholders, dovrà essere basata su una serie di corsi multidisciplinari di carattere tecnico-logistico con riferimenti importanti verso il settore ambientale e quello energetico. In tale contesto, potranno essere messi a punto corsi multimediali in presenza con didattica sincrona e asincrona via Internet (Gestione della conoscenza per manager d'impresa sul tema della reverse Logistics).

## 3 Il Design For Environment (DFE)

### Gestione del ciclo di vita del prodotto

Le problematiche di impatto ambientale e la ricerca di prodotti sempre più competitivi, in termini di performance e di eco-compatibilità, stanno portando allo sviluppo di metodi innovativi di progettazione che consentono valutazioni ambientali fin dalle prime fasi di progetto.

Tra queste metodologie cui ci si riferisce con “Eco-Design”, quella con maggior valenza è il DfE (Design for Environment): un approccio progettuale sistematico con il fine di ridurre, fino ad eliminare, gli impatti ambientali derivanti da un prodotto, processo o attività durante il suo intero ciclo di vita.

La progettazione per l’ambiente, quindi, attraversa molte fasi del progetto in maniera trasversale considerando, in ogni fase, i potenziali impatti ambientali del prodotto che si estendono dal rilascio di prodotti tossici nell’ambiente al consumo di risorse non rinnovabili, ancora, all’uso eccessivo di energia.

Il DfE propone, quindi, numerosi strumenti, ognuno dei quali cura una fase particolare della vita di un bene, tra questi: la progettazione per il riciclo (Design for Recycling), progettazione per il disassemblaggio (Design for Disassembly), progettazione per la rifabbricazione (Design for Remanufacturing), progettazione dell’efficienza energetica (Design for Energy Efficiency) ed infine l’LCA.

Le motivazioni che spingono all’utilizzo del DfE sono numerose visto che i benefici che si possono ottenere sono molteplici; sinteticamente, i punti a favore dell’implementazione del DfE si possono riassumere in una maggiore capacità ad essere competitivi, ad aggiungere valore, e ad attirare i clienti.

Con la progettazione per il risparmio delle risorse si ha una riduzione dei costi di produzione che si traducono in un minore costo di vendita; ancora, la progettazione per il risparmio energetico dei beni di consumo comporta anche una minore spesa di esercizio per il cliente fattori di estrema rilevanza in ottica competitiva.

### 3.1 *Stato dell’arte*

La metodologia progettuale più completa ed attuale è il DfE (Design for Environment); essa, però, non è l’unica presente, è il caso qui di ricordare quali sono i metodi di progettazione eco-compatibile che l’hanno preceduta.

- **Henshu Sekkei.** Questo metodo, sviluppato qualche decennio fa per ottenere una progettazione efficiente ed efficace ai fini del riciclo e riutilizzo, oggi può

tornare nuovamente utile se modificato in alcuni punti e messo al servizio delle odierne necessità e dei nuovi obiettivi perseguiti dalla progettazione; esso si basa su due concetti fondamentali:

#### 1 Parti fisse/ Variabili.

Riutilizzare un prodotto interamente non permette di dare ad esso alcuna originalità, sarebbe opportuno, quindi, distinguere all'interno del prodotto stesso, le parti che verranno riutilizzate da quelle che occorre smaltire in modo diverso. La metodologia Henshu Sekkei prevede un'analisi della struttura verticale del prodotto in modo da individuare le parti destinate al riutilizzo e considerarle come fisse, mentre ogni altra parte va classificata come variabile.

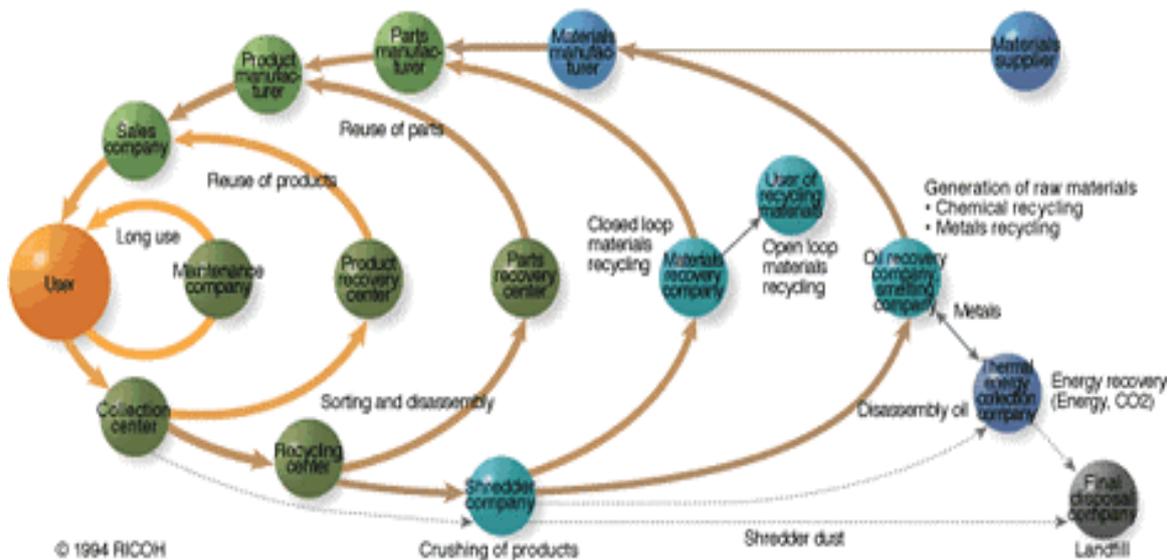
#### 2 Combinazione.

Tale concetto permette di trovare soluzioni di diversificazione tramite l'individuazione di assiemi di componenti indipendenti che vengono, in seguito, combinati tra loro. L'utilità risiede nel fatto che, una volta smontato il prodotto usato, è possibile recuperare parte del materiale ricombinando assiemi in un prodotto diverso. Capiamo come ciò implichi uno studio approfondito della modularizzazione.

- **Variety Reduction Program.** Il VRP fornisce dei suggerimenti riguardanti la riduzione delle risorse impiegate; questo metodo promuove la diminuzione del tipo e del numero dei componenti, e quindi del quantitativo delle risorse impiegate, per l'abbattimento dei costi. Anche in questo metodo sono presenti tre concetti che, aggiunti a quelli presentati dal Henshu Sekkei, sono molto efficaci per una progettazione eco-compatibile. Oltre a quelli di range e di serie, fondamentale è il concetto di multifunzione che permette di individuare o progettare le parti dei prodotti, siano essi assiemi o componenti, che possono assolvere a più compiti. L'implementazione del VRP prevede la determinazione del Variety Index (VI) che deve essere ridotto al minimo.  $VI = \sum \text{Numero tipi di componenti} * \sum \text{Numero dei componenti}$ ; tanto più esso sarà minimizzato tanto minore sarà l'impatto ambientale generato visto che minori saranno le risorse impiegate.

- **Riciclo e Comet Circle™.** Quest'ultimo non è un metodo di progettazione vero e proprio come quelli precedenti, piuttosto può essere considerato come un principio complementare ad essi. Si basa sulla considerazione di fondo secondo cui, prima un materiale viene avviato al riciclo al termine del suo ciclo vita, minore risulterà il costo da sostenere per giungere al recupero visto che saranno più limitati sia i soggetti coinvolti, sia le necessità di spostamenti. Questo modello è stato applicato con successo dal Gruppo Ricoh (azienda produttrice di macchine

Concept for Realizing a Society that Recirculates Resources: The Comet Circle™



fotocopiatrici) per il raggiungimento del suo importante obiettivo: costruire una società orientata alla rimessa in circolo delle risorse.

Dalla figura notiamo che la testa della “Cometa” è rappresentata dall'utilizzatore del bene, mentre la coda si estende man mano che l'iniziativa del recupero si allontana dall'utente stesso, creando una vera e propria scia. Ciò mette in evidenza come sia necessario agire sul prodotto e sulla sua progettazione per rendere meno costose le attività di disassemblaggio e recupero di componenti e materiali. Il Comet Circle rappresenta, comunque, il modello di rimessa in circolo di risorse che comprende tutti gli attori coinvolti (Fornitori, Clienti e terze parti), enfatizzando l'importanza del coinvolgimento di tutte le parti interessate all'acquisto di un prodotto o di un servizio. La responsabilità grava sia su chi compra e utilizza, sia su chi produce/eroga e/o commercializza a seconda della sua posizione nella mappa. La riduzione dell'impatto ambientale si ottiene ottimizzando l'orbita dei vari pianeti-attività intorno al cliente-sole: più il circolo ha un raggio contenuto, meglio vengono gestiti i tempi, i costi e le risorse.

### 3.2 ***Evoluzione ipotizzabile***

Le possibili evoluzioni, per quanto concerne la progettazione di nuovi prodotti eco-compatibili, ipotizzabili nel lungo periodo sono da immaginare di diverse tipologie: evoluzione dei materiali, evoluzione dei sistemi di assemblaggio, evoluzione dei sistemi CAD/CAM, innovazione nel sistema di gestione del ciclo di vita del prodotto:

- *Materiali*: la continua evoluzione nel settore dei materiali e delle loro proprietà meccaniche lascia ipotizzare una progressiva sostituzione di materiali eterogenei, multi-componente, con materiali più semplici da riciclare o biodegradabili che abbiano proprietà meccaniche e fisiche confrontabili con quelle dei materiali attualmente utilizzati.
- *Sistemi di assemblaggio*: l'innovazione nei sistemi di assemblaggio consiste nel rendere economico l'assemblaggio e nel contempo prevedere un disassemblaggio non distruttivo. Ciò al fine di consentire una separazione dei prodotti che permetta il riutilizzo / rifabbricazione dei componenti.
- *Sistemi CAD/CAM*: lo sviluppo di nuovi sistemi CAD/CAM prevedrà moduli che supportano il progettista in fase di engineering del prodotto onde poter applicare i principi del Design for Disassembly/Reuse/Remanufacturing/Recycling/Energy Efficiency.
- *Sistema di gestione del ciclo di vita del prodotto*: specie per quanto concerne prodotti complessi (ad esempio elettrodomestici, computers, automobili) è ipotizzabile una evoluzione nel sistema di manutenzione al fine di consentire la sostituzione del prodotto prima che quest'ultimo raggiunga un grado di deterioramento irreversibile che renda complicato il suo riutilizzo/rifabbricazione/riciclaggio. Nel merito si può immaginare un prodotto che grazie all'Information Communication Technology (ICT) in funzione del grado di usura dei suoi componenti, segnali la necessità di interventi manutentivi ed, eventualmente, suggerisca alcuni possibili utilizzi dei componenti da sostituire. Tali sistemi consentiranno anche un miglioramento in termini di sicurezza di tali prodotti. Infatti grazie all'elettronica che normalmente si ritrova a bordo di prodotti complessi è possibile monitorare alcuni parametri per garantire un funzionamento in sicurezza del prodotto. In quest'ottica le attuali tecnologie, quali RFID, possono rappresentare uno strumento operativo mediante il quale implementare tali funzionalità.

### **3.3 Temi di ricerca**

Nel seguito vengono riportati i temi di ricerca che possono coprire il periodo 2007-2015.

#### **3.3.1 Sistemi di valutazione quantitativa dell'ecocompatibilità di un prodotto.**

La determinazione in maniera oggettiva il grado di ecocompatibilità di un prodotto al fine di valutare diverse alternative progettuali rappresenta un tema di ricerca estremamente interessante. In un'ottica di ottimizzazione, trovare il giusto trade-off tra costi di produzione e grado di ecocompatibilità richiede un sistema di misura che risulti sufficientemente affidabile. Poiché tale misura risulterà funzione di diverse variabili aventi, probabilmente, un certo grado di correlazione, effettuare questo tipo di misurazione richiede una ricerca di modelli di valutazione che andranno studiati e parametrizzati per le diverse tipologie di prodotto. Tali modelli consentirebbero, mediante l'implementazione di opportune procedure standard, di realizzare una sorta di Certificato di Eco-compatibilità che non è legato semplicemente alle caratteristiche dei materiali utilizzati, ma anche alle modalità di assemblaggio ed alla semplicità/automatizzabilità del disassemblaggio.

#### **3.3.2 Supporto alle decisioni**

L'eco-design prevede che nell'ingegnerizzazione di un prodotto possano essere utilizzati componenti provenienti da flussi di logistica inversa e/o componenti nuovi. In fase di pianificazione della produzione è necessario realizzare modelli gestionali che consentano di valutare l'opportunità di riutilizzare componenti usati piuttosto che utilizzare prodotti nuovi. Inoltre un tema di ricerca di interesse è dato, in fase di engineering del prodotto, dallo sviluppo di modelli e metodologie di CAM che assistano il progettista ad una valutazione on-line/real-time nella scelta dei materiali e dei sistemi di assemblaggio in ottica ambientale. Sotto questo profilo esistono dei modelli ancora in fase embrionale che sfruttano tecniche neuro-fuzzy, ma certamente sono necessari ulteriori sviluppi al fine di rendere matura e fruibile operativamente tale tecnologia.

### **3.3.3 Tecnologia dei Materiali**

La ricerca di materiali “green” che risultino riciclabili ed, ove possibile, biodegradabili e che nel contempo mantengano caratteristiche fisiche e meccaniche idonee rappresenta una grande sfida per i prossimi anni. Certamente la ricerca di nuovi materiali negli ultimi anni ha consentito una progressiva sostituzione di materiali nocivi con materiali più rispettosi dell’ambiente. E’ presumibile che tale tendenza prosegua con lo stesso tasso di crescita e quindi l’idea del prodotto realizzato con materiali biodegradabili rappresenta una supposizione piuttosto realistica.

### **3.3.4 Gestione del ciclo di vita del prodotto**

Rendere il ciclo di vita di un prodotto più lungo è certamente uno degli obiettivi dell’eco-design. Da questo punto di vista risulta certamente un tema di ricerca di estremo interesse quello della manutenzione, specie per prodotti complessi. La ricerca di nuovi modelli quantitativi che integrino sinergicamente le politiche tradizionali di manutenzione preventiva (periodica o su condizione) con politiche finalizzate ad un riutilizzo / rifabbricazione / riciclaggio economico del prodotto o componente può rappresentare una nuova sfida nel lungo periodo. Un modello che tenga conto di tali parametri consentirebbe una più agevole qualificazione di componenti e sistemi al fine di poter certificare anche una qualità del prodotto “rigenerato”.

## 4 Valutazioni economiche e Analisi della domanda

Con l'emanazione della Direttiva 2002/96/CE (WEEE-waste from electrical and electronic equipment) sui rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) l'Unione Europea ha rivoluzionato l'approccio al trattamento di tali categorie di beni coinvolgendo tutti gli attori della filiera, produttori- distributori, rivenditori e utilizzatori finali. Gli oneri per il reimpiego, il riciclo e il recupero dei beni gravano sugli operatori economici mentre ai consumatori finali viene richiesto di partecipare gratuitamente al sistema di raccolta, secondo le modalità predisposte da ciascun Stato membro dell'Unione, restituendo i RAEE di provenienza domestica.

In tale contesto l'UE ha indicato degli obiettivi da raggiungere entro il 2006<sup>[1]</sup>, pari a 4kg annui/cittadino di quantitativi RAEE di provenienza domestica che dovranno essere raccolti e immessi nel processo del re-impiego, riciclaggio e recupero. Il perseguimento di questi obiettivi avrà delle ricadute importanti dal punto di vista organizzativo ed economico in tutto il territorio comunitario e soprattutto nelle regioni ad alta densità di popolazione e ad alto tasso di utilizzo tecnologico.

### **4.1 Elementi per la valutazione degli effetti della direttiva comunitaria sui RAEE**

L'applicazione della Direttiva 96 del 2002 viene recepita in Italia con il decreto legislativo 151/2005, il quale, in linea con quanto richiesto dalla direttiva, contempla un ampio ventaglio di adempimenti a carico sia dei diversi enti pubblici competenti ai vari livelli territoriali (Ministero Ambiente, APAT, Regioni, Provincie, Comuni), sia degli operatori privati che agiscono negli ambiti interessati dalla direttiva (produttori e distributori di AEE, titolari di impianti di trattamento di RAEE).

Tali adempimenti produrranno degli effetti sia sui soggetti economici che operano sul mercato degli AEE, sia sui consumatori di tali beni.

Da un lato infatti emergeranno i costi di gestione del sistema contemplato dalla legislazione (previsti principalmente a carico dei produttori), dall'altro tale sistema

potrà produrre dei risparmi di costi di produzione legati al reimpiego e riciclo di materiale. Sono prevedibili quindi ripercussioni su costi di produzione e di distribuzione, prezzi e quote di mercato di tali beni. Tali effetti andranno valutati anche in base alle soluzioni logistiche e tecnologiche che verranno adottate per i vari comparti merceologici interessati dalla legislazione.

Soggetti	Adempimenti
Ministero dell' Ambiente	Istituisce con decreto il Comitato d'indirizzo
Ministero dell' Ambiente	Istituisce con decreto il Comitato di vigilanza e controllo
Ministero dell' Ambiente	Istituisce il Registro nazionale dei soggetti tenuti al finanziamento dei sistemi di gestione dei RAEE
Produttori	Si iscrivono al Registro nazionale dei soggetti tenuti al finanziamento dei sistemi di gestione dei RAEE
Produttori	Costituiscono fidejussioni a garanzia dei loro adempimenti
Produttori	Forniscono apposite istruzioni per l'uso dei AEE e informazioni per il riciclo dei RAEE
Comuni	Assicurano la funzionalità adeguatezza di sistemi di raccolta differenziata gratuita dei RAEE provenienti dai nuclei domestici
Distributori	Assicurano il ritiro gratuito dell'AEE usata
Produttori	Provvedono al ritiro e invio ai centri di trattamento dei RAEE (gli storici in base alle quote di mercato i nuovi per quelli immessi sul mercato)
Titolari impianti di stoccaggio recupero e trattamento	Si adeguano alle prescrizioni tecniche degli allegati 2 e 3 dlgs 151/05
Province	Verificano l'idoneità impianti
Produttori	Istituiscono sistemi di trattamento dei RAEE
Province	Effettuano ispezioni ai centri di trattamento almeno una volta l'anno
APAT	Recepisce dati ispezioni
Ministero dell' Ambiente	Riceve elaborazioni dati APAT e li trasmette alla CE
Produttori	Istituiscono sistemi di recupero dei RAEE
APAT	Assicura il monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi di recupero
Ministero dell' Ambiente	Adegua gli obiettivi di recupero alle decisioni comunitarie e promuove l'introduzione di nuove tecnologie di recupero, riciclaggio e trattamento

Questi effetti sono di ordine monetario (definibili come costi e benefici finanziari), ma per una valutazione globale del fenomeno, effettuata cioè dal punto di vista di tutta la collettività, accanto a questi vanno considerate anche le esternalità, in particolare quelle ambientali, generate dall'applicazione della normativa (definibili come costi e benefici economici).

In primo luogo quelle (sicuramente positive) che costituiscono anche l'obiettivo principale della normativa stessa, ovvero la riduzione delle materie prime consumate e la riduzione della produzione di rifiuti. La direttiva comunitaria risponde infatti in particolare all'obiettivo strategico comunitario di:

*“promuovere il recupero dei rifiuti al fine di ridurre la quantità da smaltire e di preservare le risorse naturali, in particolare mediante il reimpiego e il riciclaggio”.*

Oltre a queste esternalità si possono poi prevedere quelle legate a modifiche nei livelli di emissioni connesse a loro volta a modifiche di processo nell'ambito della produzione degli AEE, con relative variazioni nel consumo di energia, nella produzione di gas serra, nel livello di inquinamento atmosferico.

Da un lato infatti si avrà un minore consumo energetico, grazie all'utilizzo del materiale estratto dai RAEE, dall'altro un maggiore consumo energetico per lo stoccaggio, il trattamento e il riciclo dei RAEE stessi.

Il segno algebrico di tali esternalità potrebbe essere positivo o negativo, ovvero esse potrebbero rivelarsi sia come dei benefici esterni, sia come dei costi esterni.

Sono infine da tenere in considerazione gli effetti (indiretti) della legislazione sulle soluzioni tecniche progettuali dei RAEE. Come prospettato anche dalla legislazione comunitaria gli adempimenti previsti infatti sono:

*“uno degli strumenti per incoraggiare la progettazione e la produzione di AEE che tengano pienamente in considerazione e facilitino la riparazione, l'eventuale adeguamento al processo tecnico, il reimpiego, smontaggio e riciclaggio”.*

Gli elementi di valutazione degli effetti delle normative citate da tenere in considerazione sono stati sintetizzati nel seguente schema:

Cost/Benefici	Finanziari	Economici
Interni	<p><b>COSTI (-)</b> <i>PUBBLICI</i> attività comitati di gestione istituzione sistemi di raccolta differenziata sistema di verifica e controllo idoneità impianti sistema di monitoraggio <i>PRIVATI</i> iscrizione registro divulgazione istruzioni e informazioni istituzione impianti di trattamento RAEE ritiro gratuito RAEE distribuzione dei RAEE trattamento dei RAEE</p> <p><b>BENEFICI (+)</b> <i>PRIVATI</i> disponibilità materiale reimpiegabile disponibilità materiale riciclabile</p>	
Esterni		<p><b>BENEFICI (+)</b> riduzione quantità rifiuti prodotti riduzione materie prime consumate <b>COSTI/BENEFICI (-/+)</b> variazioni del consumo energia variazioni delle emissioni gas serra variazioni dell'inquinamento atmosferico</p>
Indiretti	<p><b>COSTI (-)</b> costi di sviluppo di tecnologie e di sistemi logistici</p>	<p><b>BENEFICI (+)</b> mutamenti delle soluzioni tecniche progettate</p>

I costi finanziari connessi ad attività svolte da strutture pubbliche riguardano le spese:

- di istituzione e gestione presso il Ministero dell'Ambiente di due comitati previsti dal decreto legislativo, quello di vigilanza e controllo e quello di indirizzo. In particolare il primo deve svolgere una serie di attività complesse che coinvolgono anche altri enti come l'APAT e la Guardia di Finanza (attività quali: istituzione e controllo del registro dei produttori, calcolo delle quote di mercato dei produttori, calcolo del valore e verifica delle fidejussioni degli iscritti al registro, ispezioni e controlli, calcolo del raggiungimento degli obiettivi della legge);
- di istituzione e gestione di centri di raccolta differenziata dei RAEE, da parte dei comuni;
- di verifica iniziale e controllo annuale delle conformità degli impianti di trattamento e della raccolta dei dati su tipo e quantità di RAEE trattati, da parte delle province;

- di raccolta e trattamento dei dati da parte dell'APAT, ai fini del monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi previsti dalla legge.

Si sottolinea che il decreto legislativo prevede che i costi delle ispezioni e dei controlli siano a carico dei soggetti controllati e quelli dell'attività di monitoraggio a carico dei produttori di AEE in base alle rispettive quote di mercato. Quindi tali costi verranno comunque contabilizzati nel corso dell'applicazione del decreto.

I produttori e distributori di AEE, nello svolgimento della loro attività dovranno sostenere direttamente le spese:

- dell'iscrizione al registro nazionale dei soggetti tenuti al finanziamento dei sistemi di gestione dei RAEE;
- della costituzione di una cauzione finanziaria a garanzia dello svolgimento degli adempimenti previsti dalla legislazione;
- di divulgazione, con la vendita delle apparecchiature, di dettagliate informazioni sui RAEE;
- di istituzione e gestione di impianti di trattamento di RAEE;
- del ritiro gratuito dei RAEE e della loro distribuzione ai centri di trattamento;
- ;del trattamento dei RAEE, in parte ai fini del reimpiego e in parte del recupero.

Per l'attività di gestione delle imprese si tratta, quindi, sia di aggravii di alcuni costi, in particolare amministrativi, sia dell'introduzione di veri e propri nuovi centri di costo.

Inoltre, come costi finanziari indiretti, si può prevedere che gli operatori sosterranno inoltre quelli connessi allo sviluppo di nuove tecnologie e nuovi sistemi logistici che le suddette prescrizioni renderanno necessari.

I benefici finanziari sono invece quelli derivanti dalla disponibilità di materiale reimpiegabile e di materiale riciclabile, con un prevedibile risparmio nei costi di lavorazione e negli acquisti di materie prime. Si tratta di un beneficio monetario stimabile in base alle previsioni di riutilizzo dei RAEE e alle funzioni di produzione dei prodotti interessati.

I benefici economici riconducibili all'applicazione della legislazione sono quelli legati agli impatti ambientali, in particolare alle prevedibili riduzioni della produzione di rifiuti e del consumo di risorse naturali/materie prime. In un'ottica di analisi costi benefici, la

monetizzazione di questi benefici economici può avvenire mediante l'applicazione di prezzi ombra o utilizzando metodologie di valutazione della "disponibilità a pagare" da parte della collettività.

Per una valutazione completa degli effetti ambientali della normativa, occorrerà inoltre valutare le variazioni che si potranno avere nel consumo di energia, e quindi degli effetti sull'inquinamento atmosferico e sulla produzione di emissione di gas serra. Si sottolinea come il segno di tale variazione potrà essere sia negativo che positivo, a seconda se sia maggiore o minore il risparmio di energia nella produzione degli AEE, grazie alla disponibilità dei materiali reimpiegati e riciclati, rispetto all'incremento dei fabbisogni di energia generato dal nuovo sistema di raccolta e trattamento dei RAEE. Nel primo caso si tratterà di un beneficio economico, nel secondo di un costo economico.

In ultima analisi vanno considerati i benefici indiretti che, soprattutto in un'ottica di lungo periodo, potranno essere generati dalle modifiche di progettazione degli AEE. In base a quanto auspicato dalla stessa legislazione tali modifiche dovrebbero portare ad un'ulteriore riduzione della produzione di RAEE (facilitando le operazioni di manutenzione) e contemporaneamente ad una diminuzione dei costi, sia economici che finanziari, di trattamento dei RAEE stessi (facilitando le operazioni di separazione e riutilizzo delle componenti).

In conclusione, l'insieme degli adempimenti previsti dalla normativa costituisce la messa in opera di un vero e proprio sistema integrato finalizzato al recupero e riciclaggio dei RAEE, con dei veri e propri costi di investimento e di gestione da parte sia degli operatori privati, sia del resto della collettività.

Da un lato quindi i diversi soggetti privati coinvolti dovranno analizzarne gli effetti su fondamentali componenti della gestione aziendale, quali: costi, prezzi, *break even point*, scelte logistiche, scelte tecnologiche.

Dal punto di vista pubblico invece, accanto al monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi previsti dalla legislazione, è auspicabile anche una valutazione dell'effettiva validità economica dell'iniziativa legislativa dal punto di vista della collettività, a fronte del costo complessivo di investimento e gestione che viene richiesto alla stessa, da effettuarsi mediante lo svolgimento di analisi costi-benefici, o di analisi che da questa sono derivate, quali ad esempio l'analisi costi-efficacia.

## **4.2 Stato dell'arte**

Allo stato attuale Governo, Enti pubblici delegati ( Regioni, Province e Comuni) e associazioni di categoria (Confindustria, Camere di Commercio, ANIE, etc,..) sono coinvolti alle tematiche di qualificazione e regolamentazione del settore dei RAEE .

Oltre agli aspetti puramente normativi, notevole interesse e complessità riveste la valutazione da parte degli Enti pubblici delegati dei costi complessivi del sistema di raccolta e trattamento dei RAEE, in relazione al proprio territorio di competenza. In tal senso alcune Regioni si sono attivate attraverso la redazione di studi di prefattibilità, ovvero di valutazione degli impatti economici e organizzativi relativi all'implementazione di sistemi di raccolta per i RAEE.

A titolo di esempio si riporta il caso della Regione Lombardia che ha promosso uno studio<sup>[2]</sup> finalizzato all'applicazione della direttiva comunitaria alle apparecchiature elettriche ed elettroniche da materiale ICT, con la finalità di individuare gli elementi necessari per indirizzare i cittadini verso il corretto smaltimento dei rifiuti tecnologici, di valutare i ricavi e costi derivanti dalla raccolta, trattamento e riuso/riciclo e infine di ricavare indicazioni utili per l'armonizzazione della catena di gestione dei RAEE e l'integrazione dei processi e degli attori coinvolti.

Secondo quanto emerso dal suddetto studio, l'obiettivo di raccolta di 4kg procapite applicato nell'ambito della regione Lombardia corrisponde alla raccolta di 36.000 ton/anno di RAEE, dal cui recupero e riciclo di materie prime seconde si potrebbe ipotizzare un risparmio di 760.000 MWH, pari a 66.000 tep/anno (tonnellate equivalenti di petrolio) a cui vanno aggiunti i benefici ottenuti in termini di riduzione annua delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra. Un'ulteriore fase del progetto a carattere sperimentale, ha poi consentito di evidenziare che in corrispondenza di una quantità raccolta di 15 ton di RAEE si ricava un risparmio di circa 300 Mwh, pari al consumo energetico annuo di 300 famiglie, in coerenza con gli obiettivi di efficienza fissati dalla Direttiva Comunitaria.

### **4.3 Evoluzione ipotizzabile**

Nell'ambito della problematica della raccolta e trattamento dei RAEE nasce l'esigenza di procedere con analisi preliminari di contesto e successive valutazioni tecnico economiche allo scopo di dotare il territorio di un sistema capace di massimizzare i risultati di efficienza attesi dall'applicazione della Direttiva Comunitaria.

In ambito di competenza pubblica si rende necessaria un'attività preliminare di analisi delle caratteristiche della domanda presente e futura, alle cui esigenze rispondere con sistemi, processi e strutture specifiche dimensionate in coerenza con gli obiettivi di efficienza prefissati.

In particolare per quanto riguarda le indagini sull'evoluzione della domanda è opportuno procedere con l'individuazione dei volumi delle molteplici tipologie di rifiuti inclusi nella categoria dei RAEE, tenendo conto della densità della popolazione e del tasso di utilizzo tecnologico sul territorio di competenza. L'analisi dimensionale deve fornire una stima previsionale riferita ad un determinato orizzonte temporale attraverso l'applicazione di modelli di previsione che tengano conto del ciclo di vita delle diverse tipologie di RAEE e delle evoluzioni tecnologiche in atto.

A valle dell'analisi della domanda si può procedere con le valutazioni di natura economica, ovvero l'individuazione dei costi complessivi del sistema attraverso lo studio di tutte le singole fasi della filiera della gestione fine vita prodotto, dei processi di raccolta e trattamento, della configurazione del network dei centri di trattamento e delle tipologie d'impianto, ed infine, dell'organizzazione logistica dei trasporti e delle aree di stoccaggio.

Restando in tema di competenza pubblica attenzione particolare dovrà essere posta nella realizzazione e gestione delle aree di raccolta dei RAEE.

La raccolta e stoccaggio rappresenta la fase più critica nell'intero processo la cui corretta gestione consente un'adeguata distribuzione dei flussi fisici dei RAEE verso i specifici centri di trattamento, la tracciabilità dei beni e l'identificabilità del produttore/distributore, la garanzia di integrità dei beni da consegnare ai rivenditori nonché il monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi di re-impiego/recupero fissati dalle normative.

Il nuovo contesto legislativo impone un nuovo approccio gestionale a tutti gli attori della filiera, tra cui i produttori/distributori e i gestori del servizio fine vita, capace di adattarsi alle esigenze del business.

In particolare per i gestori del servizio fine vita dei RAEE, si rende necessario definire nuovi modelli organizzativi e logistici con l'obiettivo di ridurre i costi e flessibilizzare l'offerta sulla base delle esigenze della domanda e nel rispetto delle nuove regole indicate dalla normativa nazionale.

In tale ambito uno studio di valutazione tecnico economica può consentire a tali operatori di individuare i costi interni ed esterni relativi alle attività logistiche e di trattamento, gli investimenti necessari per impianti e strutture adeguate e sistemi informatici di supporto, tutti elementi necessari per la definizione della configurazione gestionale ottimale, nell'ottica sia di breve che di medio-lungo periodo.

### **4.3 Il bilancio di sostenibilità**

In generale, le strategie d'impresa dovrebbero accrescere il valore economico rispettando l'ambiente e considerando gli interessi e i bisogni legittimi delle varie categorie di interlocutori (stakeholder) con cui ciascuna azienda interagisce. In questo ambito ben si colloca il Decreto Legislativo 25 luglio 2005 n. 151 in attuazione delle direttive 2002/95/CE e 2003/108/CE per la riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche e lo smaltimento dei relativi rifiuti (RAEE).

“Essere socialmente responsabili significa non solo soddisfare gli obblighi giuridici applicabili, ma anche andare al di là, investendo nel capitale umano, nell'ambiente e nei rapporti con le altre parti interessate” (dal Libro Verde della Commissione Europea).

Nella sostanza, responsabilità sociale di impresa e sviluppo sostenibile significano effettuare un'insieme di scelte in grado di soddisfare i bisogni del presente senza compromettere il soddisfacimento dei bisogni delle future generazioni.

Tra le 100 più grandi aziende italiane, nel 2005, solo il 30% hanno pubblicato un Bilancio Sociale.

La necessità di ottemperare alla nuova normativa vigente in tema di RAEE, potrebbe essere considerata da molte aziende un'ottima occasione per valutare l'opportunità di

affrontare sistematicamente la cosiddetta Responsabilità Sociale d'Impresa nel suo complesso, approfittando delle valenze strategiche correlate.

Approcciare seriamente la Responsabilità Sociale d'Impresa, significa:

- Individuare e perseguire i valori comuni, della persona, dell'ambiente e della correttezza negoziale, capaci di armonizzare le differenze culturali
- Far emergere per contemperare e soddisfare le aspettative legittime dei diversi interlocutori
- Rendere strutturale la strategia del dialogo con gli stakeholder per avviare un processo di miglioramento condiviso

I cui fattori chiave per l'azienda possono essere riassunti come segue:

- Consentire un miglioramento continuo
- Contribuire ad aumentare la reputazione e il valore della Società
- Aiutare a migliorare la capacità di rispondere alle aspettative degli stakeholder
- Incrementare la valorizzazione del brand
- Contribuire ad aumentare la motivazione dei dipendenti e la capacità di attrarre i migliori talenti
- Consentire di consolidare il rapporto con i clienti e fornitori
- Facilitare l'attrazione di investimenti e capitali
- Favorire il dialogo con le Istituzioni
- Contribuire ad aumentare la legittimazione nei confronti della collettività
- Portare alla riduzione Costi (eco-efficienza)
- Contribuire al controllo e alla riduzione dei rischi

Il Bilancio di Sostenibilità, che deriva dal suddetto approccio, è lo strumento di monitoraggio, di rendicontazione e di comunicazione del processo di gestione responsabile intrapreso dall'organizzazione, che tende a rendere visibili le performance ambientali, sociali ed economiche dell'impresa e che si pone come obiettivo primario la rappresentazione dei valori e degli effetti che l'attività dell'organizzazione produce sull'ambiente e sull'insieme degli stakeholder.

La necessità di ottemperare alla nuova normativa è quindi da considerare come spunto e opportunità per ciascuna azienda coinvolta, che ampliando la propria visione e andando oltre il mero rispetto della legge vigente, potrebbe cogliere nuove opportunità strategiche, a beneficio sia proprio sia della comunità nel suo complesso.

---

[1] Termine protratto al 31/12/2008, come da D.L. n.151 del 15/7/2005.

[2] Periodo di realizzazione novembre 2003-marzo 2005

## **5 Ulteriori spunti e riflessioni**

Il riutilizzo di un prodotto fine vita al momento attuale rischia di essere difficilmente percorribile dal punto di vista della convenienza economica da parte delle imprese; infatti, per esempio, una azienda produttrice di elettrodomestici bianchi sarà assai poco interessata a sopportare tutti i costi del disassemblaggio e riutilizzo di una lavatrice di 10 anni fa.

Difficilmente i suoi componenti potranno trovare un riscontro nel ciclo produttivo odierno, certamente caratterizzato da un supporto tecnologico diverso e non compatibile con quello utilizzato dieci anni prima; di conseguenza, essendo obbligata per legge, l'azienda produttrice leader tenderà a "rottamare" il prodotto fine vita, non riscontrando alcun ritorno economico nel ciclo del riuso.

Di conseguenza alcuni paesi europei hanno introdotto contesti normativi tesi a garantire la copertura economica dei costi di disassemblaggio al fine vita mediante l'applicazione, con forme diverse, di un "premio di riciclaggio" sugli AEE nuovi. Per esempio in Belgio il premio di riciclaggio è differenziato per tipologia di apparecchiatura:

- Apparecchi audio e video: TV € 11,00 – video camera € 6,00
- Grandi elettrodomestici: frigoriferi €20,00 – lavatrici € 10,00
- Elettrodomestici e apparecchiature da giardino: € 2,00
- Apparecchi informatici e per le telecomunicazioni: monitor LCD € 6,00 – PC € 3,00 - monitor CRT € 8,00
- Apparecchiature per l'illuminazione: € 1,40.

Inoltre, nell'ottica di perseguire la sostenibilità economica e di conseguire un reale recupero e riutilizzo di materiali e componenti, e non la sola raccolta e demolizione degli AEE, appare auspicabile che gli OEM (original equipment manufacturer), responsabili secondo la direttiva RAEE, trovino forme di aggregazione al fine di identificare e condividere "famiglie" di return logistics (p.e. bianchi, grigi, bruni, ecc.). In tal modo sarà possibile sfruttare positive sinergie di scala sia nella logistica di ritorno in senso stretto (punti di raccolta, trasporto, ecc.) sia nella realizzazione di centri di disassemblaggio altamente automatizzati. Per esempio in Svezia gli OEM hanno costituito una società di servizi no-profit, denominata El Kretsen AB.

E' necessario che queste aggregazioni possano operare all'interno di un sistema efficace ed efficiente, condizione perseguibile solo grazie ad un ampio e condiviso utilizzo di tecnologie e soluzioni operative avanzate, in linea con quanto preliminarmente già evidenziato in questo documento.

Inoltre l'aggregazione di soli OEM potrebbe non essere sufficiente. Gli OEM, in particolare se di piccole e medie dimensioni, non è detto che siano interessati a "gestire" la reverse logistics, i centri di disassemblaggio e, infine, il ciclo diretto di fornitura che interessa i componenti e materiali recuperati. E' presumibile pertanto che queste, ad oggi, non meglio identificate aggregazioni debbano comprendere altri soggetti. Nasce quindi l'esigenza di configurare anche dei nuovi modelli organizzativi e operativi, destinati ad essere implementati a medio-lungo termine, caratterizzati da:

- Presenza di diversi soggetti anche in forte concorrenza sul mercato;
- Forte ricorso all'outsourcing per coprire con adeguati livelli di flessibilità una domanda (di raccolta, trasporto, smantellamento, immagazzinamento e reimmissione sul mercato) fortemente variabile temporalmente e spazialmente;
- Presenza di sistemi di incontro domanda-offerta dei componenti o materiali recuperati che non necessariamente saranno riutilizzati dagli OEM (tipicamente e-marketplace dedicati tramite i quali effettuare transazioni a livello mondiale);
- Continuo aggiornamento e interscambio delle informazioni tra centri di disassemblaggio, centri di progettazione e produzione, reti commerciali;
- Capacità economiche-finanziarie adeguate e comunque confrontabili con quelle di imprese produttive.

Si potrebbe pertanto ipotizzare che il modello organizzativo da perseguire debba essere ricercato nell'ambito delle cosiddette "imprese virtuali" cioè imprese che per gli OEM e gli acquirenti di ciò che si recupera appaiono come un soggetto unico, come una impresa fisica, ma che in realtà (a parte i centri di disassemblaggio) sono costituiti da una rete di soggetti indipendenti variabili nel tempo, collegati e coordinati mediante sistemi ICT.

Questo ulteriore spunto per la vision prevede anche il possibile “ruolo” di contributo allo sviluppo delle popolazioni più arretrate economicamente. Compatibilmente con gli ovvi vincoli economici, i centri di dissemblaggio potrebbero essere allocati presso di loro con la prospettiva di generare occupazione e di rendere disponibili materie prime e componenti recuperati per produzioni “locali”, magari non avanzate tecnologicamente, ma robuste e a costi più accessibili alla popolazione. Una volta terminato il ciclo di vita utile il prodotto rigenerato verrebbe nuovamente inserito nel “ciclo iterativo” della Reverse Logistics.