



SETTEMBRE-OTTOBRE

2 0 0 4

# Arpva

## INFORMA

Bimestrale di Informazione dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte

▶ AMBIENTE  
E IMPRESA

---

▶ LE RETI  
ECOLOGICHE

---

▶ I RIFIUTI ELETTRICI  
ED ELETTRONICI

---

Bimestrale di informazione dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte

Anno VI – Numero 4  
Settembre/Ottobre 2004

Foto in copertina  
Passo dei Salati Monte Rosa  
a cura di Alberto Maffiotti

Direttore Responsabile  
Giovanni Teppa

Ideazione, progettazione  
e coordinamento editoriale  
Elisa Bianchi, Loredana Lattuca

In redazione  
Paola Bianchi, Sara Seghetti

Indirizzo  
Redazione Arpalinforma  
Via della Rocca, 49 - 10123 Torino  
Tel. 0118153267  
Fax 0118153292  
E-mail: ufficiostampa@arpa.piemonte.it

Hanno collaborato a questo numero  
Luca Alberatone, Francesca Alesso, Maurizio Bategazzore, Laura Berta, Marisa Bodda, Sara Ciacciarelli, Vincenzo Coccolo, Sara Coluccia, Maria CuvIELlo, Elisa Elampe, Sergio Ferrari, Igor Festari, Marisa Garnero, Antonio Iacono, Alberto Maffiotti, Oriana Marzari, Pancrazio Mazzucco, Angelo Morisi, Pina Nappi, Roberta Olivetti, Aldo Panzia Oglietti, Enrico Parodi, Laura Porzio, Ivo Riccardi, Francesco Ricci

Come abbonarsi  
Per ricevere gratuitamente e senza spese postali il bollettino d'informazione Arpalinforma inviare la scheda di abbonamento scaricabile dal sito [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it) al fax 0118153292

Arpalinforma è anche on-line  
[www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it)

Arpalinforma viene stampato su carta prodotta in "ambiente neutro" definita "acid free" e classificata tra i prodotti senza cloro

Progetto grafico e stampa  
Gruppo Alzani – Pinerolo (TO)

Registrazione al Tribunale di Torino n. 5231 del 25 gennaio 1999

Chiuso in tipografia il 25/09/2004



## SOMMARIO



### EDITORIALE

### ATTUALITÀ

- 6 Il protocollo d'intesa sugli acquisti pubblici ecologici in provincia di torino

### ATTIVITÀ E RICERCHE

- 3 I progetti europei di arpa piemonte  
8 C'è vita nel compost?  
10 Studio di Impatto Acustico delle infrastrutture stradali gestite dalla Provincia di Torino  
13 Le installazioni Radio-TV al Colle della Maddalena

### APPROFONDIMENTI

- 16 Il monitoraggio radiologico ambientale dei siti nucleari della Provincia di Vercelli  
19 Piano di macrolocalizzazione comunale

### RUBRICHE

- 23 Glossario  
23 Incontri con Arpa

# Ambiente & Impresa

## *Protezione e sviluppo possono coesistere?*

Lo sviluppo economico e la tutela dell'ambiente sono due obiettivi conciliabili? E, in caso affermativo, in quale misura lo sono?

Una più capillare informazione, unita ad un'accresciuta cultura ambientale e il degrado ambientale, hanno avuto come conseguenza un aumento dell'interesse dell'opinione pubblica che si è principalmente riflettuto, da un lato, in una evoluzione della domanda verso prodotti con provate caratteristiche di compatibilità ambientale e, dall'altro, in una maggiore pressione presso la Pubblica Amministrazione per l'emanazione di norme e l'utilizzo di strumenti economici a tutela dell'ambiente.

Una maggiore sensibilità verso la tutela dell'ambiente ha modificato la convinzione che le ragioni del profitto e la tutela del territorio fossero incompatibili, mutando la variabile ambientale da elemento accessorio a fattore di competitività.

Il settore industriale svolge indubbiamente un ruolo di rilievo in Italia per la produzione del reddito e per capacità di impiego. Allo stesso tempo origina forti pressioni sull'ambiente come sorgente di molteplici inquinamenti, in genere facilmente identificabili, come varie sono le tipologie di contaminanti specifici per ogni processo produttivo. Per tali ragioni le aziende sono state da sempre i primi destinatari coinvolti dalle politiche ambientali, basate su principi di *command & control* o, più diffuse negli ultimi anni, di prevenzione.

Si auspica che un notevole impulso alla riduzione dell'inquinamento industriale a monte del processo produttivo verrà dalla diffusione delle nuove tecnologie a basso impatto ambientale con l'applicazione della direttiva europea sul controllo integrato dell'inquinamento (IPPC) e con l'avvio del mercato delle emissioni di gas serra.

Attualmente i sistemi di gestione ambientale a carattere volontario, quali EMAS, UNI EN ISO 14001, il sistema di etichettatura ecologica ECOLABEL o gli acquisti pubblici ecologici (APE), oltre a garantire migliore trasparenza verso la comunità locale, obbligano le imprese a definire una propria politica ambientale, comprendente obiettivi prioritari e programmi per ottenerli, procedure di controllo e azioni correttive che consentono di innescare un miglioramento continuo delle proprie prestazioni ambientali.

Lo scenario nel quale si inquadrano le relazioni fisiche ed economiche, dirette o meno, intercorrenti tra l'impresa e l'ambiente, vede come protagonisti l'impresa, l'ambiente (come patrimonio naturale), il consumatore e la Pubblica Amministrazione. Le relazioni di tipo fisico tra impresa e ambiente causano mutamenti qualitativi e quantitativi al patrimonio naturale, mentre quelle di tipo economico sono ravvisabili nelle conseguenze dirette e indirette sull'economia dell'im-

presa provocate dal degrado ambientale. L'impatto ambientale di cui le imprese possono rendersi responsabili si verifica durante tutta la vita dei beni, ossia non solo nella fase di produzione degli stessi, ma anche nel momento in cui il prodotto finito è immesso sul mercato, poiché il suo consumo può causare ulteriori danni all'ambiente.

Il confronto tra Pubblica Amministrazione e sistema produttivo, unitamente all'attivazione di certificazioni ambientali da parte delle aziende, è il cardine delle politiche e delle azioni ambientali a tutela degli ecosistemi.

A fronte della crescente complessità tecnica e amministrativa dei vincoli ambientali imposti e del numero elevato di attività a notevole impatto sull'ambiente, il rispetto della normativa non può essere garantito da un mero controllo capillare e debbono quindi essere incoraggiate forme di autoresponsabilizzazione delle imprese, come superamento dell'approccio statico del controllo della singola prescrizione normativa, che si traduce nell'attuazione di un intervento teso a prevenire il controllo/prescrizione/sanzione che si potrebbe generare da una logica di controllo.

Nel contempo, il ruolo svolto dal Sistema delle Agenzie deve divenire elemento catalizzatore di una politica ambientale virtuosa, che attraverso una forte promozione degli strumenti di gestione ambientale contribuisca a rendere continuo il cambiamento culturale ormai in atto.

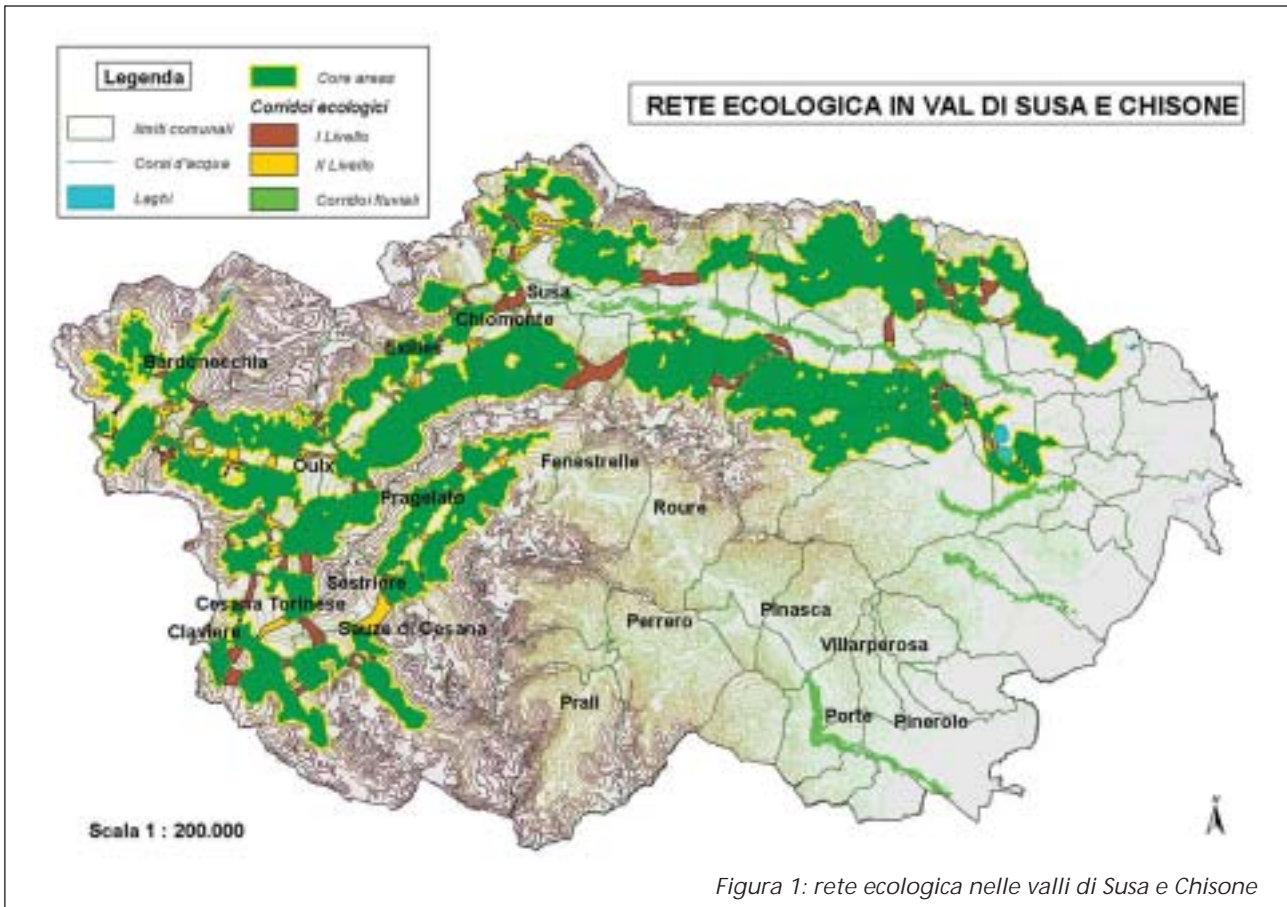
L'Arpa Piemonte ha tra le sue attività tecnico scientifiche e i suoi obiettivi la promozione e la diffusione delle tecnologie ecologicamente compatibili dei prodotti e dei sistemi di produzione a ridotto impatto ambientale. Per raggiungere tali obiettivi ha sviluppato, tra l'altro, una rete territoriale per la promozione di EMAS/ISO 14001 nel quale l'Agenzia è stata riconosciuta come Nodo Regionale e un osservatorio per promuovere l'ecogestione in Piemonte, favorendo il coordinamento e la valorizzazione di iniziative e azioni di promozione.

Inoltre, l'impegno è totale nell'organizzazione di controlli tesi a migliorare l'ambiente piuttosto che a "vessare" le imprese su questioni puramente formali, nel ricercare percorsi comuni per rispondere alla competizione economica sul mercato globale con prodotti ad alto contenuto tecnologico ma, soprattutto, rispondenti a criteri di sostenibilità e di etica. Inoltre c'è, da parte dell'Agenzia, l'impegno nella promozione dei sistemi di gestione ambientale, tra cui gli acquisti per premiare le aziende "ambientalmente sostenibili".

Arpa Piemonte ha voluto dedicare a questo importante argomento l'Ottava Conferenza Regionale che si terrà a Torino il 27 ottobre prossimo.

Vincenzo Cocco





## Fauna e infrastrutture antropiche

Alberto Maffiotti

Lo sviluppo della rete delle infrastrutture di trasporto lineare (strade, ferrovie, canali, sistemi di trasporto via cavo e linee di alta tensione) può generare delle perturbazioni nel paesaggio ecologico di una regione e tale rete, sovrapposta alla conurbazione urbana e agli elementi naturali del paesaggio come fiumi, laghi o creste delle montagne, crea una barriera più o meno impermeabile ad alcune specie animali. L'effetto barriera provoca la frammentazione e parcellizzazione del territorio, rendendo i cicli vitali delle specie presenti sempre più problematici. Questo fenomeno è particolarmente evidente nelle aree di pianura o nei fondovalle interessati da importanti arterie di trasporto in quanto, per lo svolgimento del ciclo vitale, gli animali utilizzano il paesaggio, identificando in maniera preferenziale alcuni habitat (corsi d'acqua, filari e boschi...), per spostarsi nel territorio. Queste vie preferenziali sono definite "corridoi ecologici".

I corridoi ecologici possono essere costituiti da uno spazio esteso senza ostacoli o da uno spazio limitato ma con la presenza di strutture guida che fungono da rifugio in caso di pericolo, da risorsa alimentare in caso di necessità o semplicemente da *quinta* in un contesto di paesaggio seminaturale. Le modalità di funzionamento ed il loro utilizzo da parte della fauna dipendono dalla qualità ambientale delle zone sorgenti e dalla funzionalità ecologica dei diversi corridoi oltre alla capacità di permeazione delle infrastrutture lineari.

Gli elementi della rete ecologica esistente pertanto sono soggetti ad un grado di alterazione più o meno elevato a causa dell'influenza umana (agricoltura, disboscamenti, costruzione di nuove reti stradali, urbanizzazione). Quando la funzionalità della rete ecologica è gravemente ridotta le specie selvatiche possono diminuire l'entità della popolazione fino alla loro scomparsa lo-

cale. Da molti anni l'uomo ha sviluppato la sua rete di infrastrutture senza preoccuparsi degli effetti sulla rete ecologica ed è solo dagli anni '60 che la correlazione tra questi due sistemi ha incominciato ad essere presa in considerazione. L'importanza di definire e di amplificare la permeabilità di un territorio emerge laddove sia necessario far convivere reti ecologiche ed infrastrutture. Questo, tra gli altri obiettivi, è la finalità della Valutazione di Impatto Ambientale e della Valutazione di Incidenza Ecologica.

I principali problemi derivati da questa sovrapposizione tra elementi naturali ed antropici sono a poco a poco emersi fino a focalizzare l'attenzione su tre aspetti principali:

1. *la sicurezza di chi utilizza l'infrastruttura lineare ovvero gli incidenti provocati dalla presenza animale*
2. *gli impatti diretti ed indiretti sulla fauna*
3. *la frammentazione del paesaggio con tutti gli effetti ecologici che questa comporta.*

Il modo per aumentare la sicurezza dell'infrastruttura e per salvaguardare la biodiversità è quello di agire principalmente sulla componente animale.

### Impatti sulla fauna

Gli impatti di un'infrastruttura di trasporto sulla fauna possono ricondursi a tre fattori concernenti:

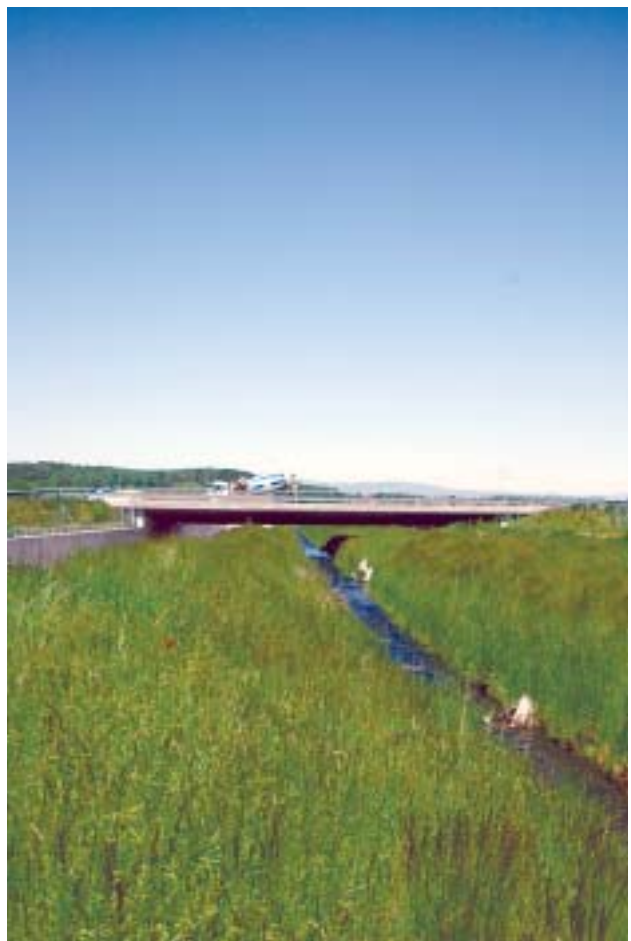
- qualità dell'habitat limitrofo alla strada;
- tasso di mortalità delle specie animali;
- funzionalità della rete ecologica.

La fauna terrestre, quella acquatica, ed in misura minore l'avifauna, sono affette da questi tre fattori (qualità, mortalità e funzionalità) che affliggono più pesantemente le specie che necessitano di un grande territorio o che dipendono nelle loro migrazioni dalla presenza di diversi habitat lungo il percorso.

La qualità dell'habitat è afflitta dalla distruzione diretta degli habitat lungo il percorso dell'infrastruttura esistente e dalla degradazione ai bordi della struttura dovuta alle emissioni sonore, all'impatto visivo e all'inquinamento atmosferico. Gli impatti dipendono soprattutto dalla scelta del tracciato e dal volume di traffico coinvolto e si traducono in una riduzione diretta del-

la qualità dell'habitat limitrofo in funzione al valore e alla vulnerabilità di esso. Un modello empirico è correntemente utilizzato per la valutazione dell'impatto dovuto al traffico delle autostrade sulla base di un gradiente cumulativo a partire dal bordo strada ed identificando due zone. La prima, fortemente impattata, larga circa 50 metri da ciascuna parte dell'asse stradale e caratterizzata da un elevato livello sonoro (superiore a 65 decibel), dal deposito della maggior parte del particolato emesso (95%) e dall'accumulo di gas inquinanti. La seconda, adiacente la prima e larga circa 100 metri, nella quale si hanno gas e livello sonoro ancora percettibile. Questo schema standard è valido per un fondo stradale realizzato a livello del suolo su un terreno piatto e deve essere modificato in funzione degli habitat attraversati, della pendenza del terreno e dei venti locali dominanti.

La mortalità delle specie è causata da collisioni con auto e infrastrutture (cavi) o dalle emissioni di inquinanti. L'entità della mortalità da impatto dipende soprattutto dal traffico e dalla presenza di ostacoli e di recinzioni e si traduce in una riduzione della densità demografica delle





specie in funzione alle esigenze delle popolazioni interessate. Il problema può essere reso evidente attraverso un'analisi dei dati relativi agli investimenti lungo una rete viaria. Le specie più interessate sono quelle poco mobili, che frequentano le porzioni più basse della strada, che hanno un tasso di riproduzione molto basso e che attraversano maggiormente la rete viaria. Un esempio di queste è il riccio (*Erinaceus europaeus*) che spesso nelle nostre regioni subisce le maggiori perdite. Analogamente a questa specie anche altri mammiferi, gli anfibi e molti rettili subiscono lo stesso effetto.

La funzionalità della rete ecologica è in relazione all'influenza delle infrastrutture sulla rete stessa e viene espressa in "effetti barriera" variabili in relazione alla tipologia di strada, all'intensità del traffico ed alla tipologia di habitat circostante. La conseguenza di un effetto barriera si traduce in due differenti tipi, l'effetto di inibizione e quello di derivazione. Il primo consiste nella possibilità che gli animali (soprattutto invertebrati, rettili e anfibi) incontrando un ostacolo insormontabile possano invertire la direzione di marcia. L'effetto barriera in questo caso è massimo. Il secondo è tipico di animali che, pur impos-

sibilitati a superare un ostacolo in un determinato punto, sono in grado di percorrere distanze più o meno lunghe procedendo rasente la carreggiata fino a trovare un varco per il transito. È tipico degli ungulati e della maggior parte dei carnivori. L'effetto barriera che ne deriva è quindi relativo alla presenza e al numero dei varchi per la fauna.

### Mitigazioni degli impatti sulla fauna

La minimizzazione degli impatti delle strade sulla fauna è un aspetto che deve essere considerato fin dalle fasi di progettazione evitando di incidere negativamente sugli habitat più sensibili. Gli effetti negativi dell'interruzione della continuità ambientale risultano amplificati in determinate situazioni ambientali e geomorfologiche. È questo il caso di infrastrutture situate in prossimità dei margini di transizione tra due ambienti ad ecologia diversa (ecotoni, margini di un bosco, corsi d'acqua, ecc.).

Risulta perciò necessario condurre, in fase di progetto preliminare, almeno un'analisi delle unità ecosistemiche presenti al fine di effettuare una diagnosi e una valutazione della frammenta-



zione degli habitat che introdurrà la nuova strada, su di un'area non solo limitata al corridoio stradale.

Una volta deciso il tracciato le due strategie di mitigazione possibili sono:

1. *la costruzione di passaggi per la fauna (mitigazioni attive);*
2. *la realizzazione di misure destinate ad impedire l'accesso degli animali alla carreggiata (mitigazioni passive).*

Di fondamentale importanza per entrambe è la localizzazione dei punti di intervento che devono essere posti in corrispondenza dei flussi biotici più importanti.

Non essendo gli spostamenti facilmente prevedibili ed in deficit di dati puntuali (ad esempio casistiche sugli eventi incidentali o conoscenza diretta di rotte di spostamento abitualmente utilizzate) è fondamentale una fase conoscitiva, rispetto alle specie presenti, determinate tramite rilievi di campo e la consultazione di base dati ed esperti locali.

Inoltre le analisi possono prendere avvio dalla determinazione sul campo delle aree considerate ad alta biodiversità e dalla verifica delle strutture vegetazionali che consentono la mobilità delle specie, con particolare attenzione a quelle meno vagili.

Poiché ogni gruppo faunistico, e talvolta anche ogni specie, ha proprie esigenze e non esiste un sistema "universale" che faciliti il transito (anche se spesso il passaggio viene utilizzato da diverse specie tra loro molto differenti) è bene dimensionare e strutturare l'intervento in particolare sulle specie più vulnerabili, analizzando le loro preferenze ecologiche per comprendere in quali tratti si possono concentrare i movimenti faunistici.

In presenza di aree di interesse faunistico dove si localizzano più specie sensibili è bene concentrare gli interventi e rinforzare le connessioni biologiche.

## Passaggi per la fauna

I passaggi per la fauna sono manufatti artificiali di varia natura, trasversali alla sezione stradale, che consentono l'attraversamento dell'infrastruttura da parte delle specie animali. Si tratta di misure da tempo in uso in molti paesi

europei, ma ancora poco sperimentate nel nostro paese, che possono essere anche strutture stradali realizzate per altre funzioni e adattate al passaggio della fauna.

La densità di tali interventi, in corrispondenza dei flussi biotici individuati, deve essere vagliata a seconda della situazione specifica. Pochi sono gli studi sperimentali ancora affidabili. In assenza di dati probatori è adottabile per i vertebrati maggiori una frequenza minima prudenziale di un passaggio ogni 500-1000 m. Una media di un sottopasso ogni 250 m può essere considerata sufficiente a rendere più permeabile alla microfauna un territorio agricolo, salvo località di riconosciuta rilevanza faunistica dove la frequenza potrà essere maggiore.

Le caratteristiche essenziali per l'idonea progettazione di un passaggio sono l'ubicazione, le dimensioni, il materiale di costruzione, il tipo di condizionamento della superficie di calpestio alla base della struttura di attraversamento, le misure complementari d'adeguamento degli accessi che implicano impianti vegetazionali e la collocazione di recinzioni e strutture perimetrali di "invito" per convogliare gli animali verso le imboccature dei passaggi.

Tali condizioni dipendono molto dalle esigenze dei singoli gruppi animali.

Le tipologie di passaggio per la fauna sono diverse e appartengono essenzialmente alle seguenti categorie:

- tombini di drenaggio
- sottopassi scatolari idraulici
- sottopassi stradali
- sottopassi ad uso esclusivo faunistico
- passaggi per anfibi
- sovrappassi stradali
- sovrappassi ad uso esclusivo per la fauna (ecodotti)
- canalette di scarpata

Allo stato attuale, al fine di giungere ad un approccio comune, è stata avviata una stretta collaborazione tra Arpa Piemonte, Assessorato ai Trasporti e Assessorato all'Agricoltura della Regione Piemonte che ha permesso l'individuazione delle principali reti ecologiche ed i conseguenti punti critici in alcune aree della regione tra cui la Valle di Susa, la Val Chisone e la collina torinese.

*via.vas@arpa.piemonte.it*

# Glutine e Celiachia: indagine dei prodotti sul mercato

Francesca Alesso, Marisa Bodda, Sara Ciacciarelli, Sara Coluccia, Marisa Garnero, Francesco Ricci

## Glutine e celiachia



Il glutine è una proteina della famiglia delle "prolamine" noto per la sua capacità di assorbire acqua. In natura è presente solo in alcuni cereali quali il frumento, il farro, l'orzo, la segale e, di conseguenza, nei loro derivati come farine, crusca malto e prodotti da forno mentre non lo si trova in altri cereali come mais, riso, soia, tapioca o nelle castagne, patate e legumi.

La celiachia è l'intolleranza alimentare che alcuni individui sviluppano nei confronti del glutine con il conseguente allontanamento di questo ingrediente dalla loro dieta. Negli ultimi anni, grazie alla messa a punto di test clinici più specifici, è possibile diagnosticare l'intolleranza con assoluta certezza, mentre negli anni passati era molto più difficile perché la stessa si presenta (nelle accezioni meno gravi) con una serie di sintomi che non sono caratterizzanti e in molti casi veniva comprovata solo dopo una lunga serie di analisi di laboratorio.

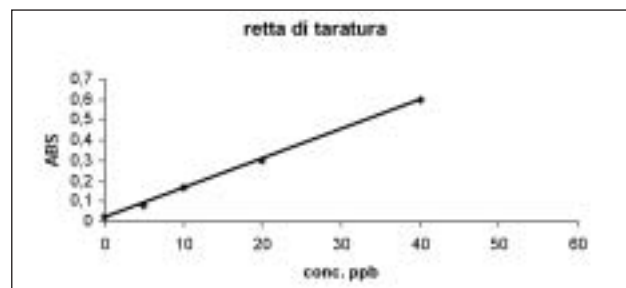
La diagnosi, sicura per almeno 400.000 italiani, ha portato da una parte le industrie a produrre "alimenti particolari" e dall'altra il Ministero della Salute, dietro richiesta dell'Associazione italiana celiaci, a fissare dei limiti di legge per definire i prodotti "gluten free" (adatti per celiaci) in 20 mg/Kg sul prodotto secco in commercio. Oggi in commercio esistono linee complete per alimentazione di celiaci che vanno dalla pasta ai dessert, dalle pizze ai biscotti. Rimangono, tuttavia, un problema tutti i prodotti dove il glutine è contenuto come ingrediente minore quali i farmaci (di importanza vitale) e alcuni cereali quali il grano saraceno e l'avena in cui "l'accusato" deriva da contaminazioni legate alle lavorazioni. Quest'ultimo problema è molto rilevante in quanto esiste l'esigenza, per le ditte produttrici di linee "gluten free", di avere impianti di produzione dedicati per escludere la contaminazione incrociata dovuta a residui di lavorazione di prodotti dove il glutine è presente.

## I controlli

Compito del Servizio di Vigilanza delle ASL competenti è il controllo degli alimenti "gluten free" immessi sul mercato effettuando campionamenti nei centri di distribuzione dove i prodotti sono posti in vendita e affidando l'analisi al Polo Alimenti dell'Arpa situato a La Loggia. Tali prodotti devono essere conformi ai parametri contenuti nel-

la Circolare del Ministero della Salute. La tecnica utilizzata per la determinazione del glutine è di tipo "immunoenzimatico" – tecnica ELISA – con lettura spettrofotometrica. L'analisi si basa sul principio antigene-anticorpo. Il glutine è l'antigene al quale il celiaco risponde producendo un anticorpo specifico, vale a dire complementare nella struttura. Quando le due entità si incontrano si forma un complesso stabile che può essere marcato con una sostanza fluorescente che produce intensità luminosa proporzionalmente alla presenza del glutine. Il dosaggio avviene dopo estrazione dai prodotti alimentari e contro retta di taratura.

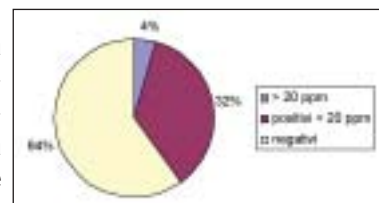
Esempio retta di taratura:



## I risultati

Nel corso del 2003-luglio 2004 sono stati analizzati 100 campioni di diversa natura: prodotti da forno, preparati per pizze, dessert e omogeneizzati a base di carne tutti "gluten free". Tutti i prodotti erano confezionati dalla ditte produttrici e non venduti sfusi.

Su 100 campioni analizzati 4 sono risultati non regolamentari (glutine > 20 mg/Kg), in 32 è stata rilevata la presenza di glutine all'interno dei limiti consentiti dalla legge e sui rimanenti 64 il glutine è risultato assente. I dati raccolti, lungi dall'essere un esauriente panorama dei prodotti per celiaci sul mercato, ci forniscono un'idea della qualità dell'offerta oggi presente. Particolare interesse sarà rivolto a quei prodotti dove è stata rilevata la presenza di glutine (32%) al di sotto dei limiti consentiti dalla legge in vigore (probabile contaminazione incrociata), ma che alla luce di studi in corso da parte del Ministero della Salute potrebbero essere dannosi ai soggetti affetti da celiachia al fine di individuare un limite di legge cautelativo in eccesso per chi soffre di questa intolleranza.



alimenti@arpa.piemonte.it



# Il livello di rischio ambientale nella valle del Torrente Piota

*Il calcolo in un'area parzialmente interessata dal Parco Regionale delle Capanne di Marcarolo*

Igor Festari, Sergio Ferrari, Pancrazio Mazzucco, Enrico Parodi

## Introduzione

Il Parco Regionale di Capanne di Marcarolo, inesauribile riserva di biodiversità ed ultimo lembo di autentica "wilderness" dell'Appennino alessandrino, è parzialmente attraversato da un corpo idrico di notevole importanza, il torrente Piota e da un suo grande affluente, il torrente Gorzente. Un tempo, il tratto collinare/planiziale del suddetto bacino era fortemente vissuto da

parte della locale comunità rurale ed intensamente coltivato (castagneti da frutto, prati da sfalcio, pascoli, ecc.). Successivamente, però, molte zone sono state abbandonate e, di conseguenza, sono tornate ad uno stato selvaggio o di degrado. Inoltre, a parte le scarse attività residue connesse allo sfruttamento agro-silvo-pastorale, la valle è attualmente interessata dall'esistenza di un importante insediamento industriale, sito in località Caraffa (nel comune di Silvano d'Orba).

### POTENZIALI FONTI D'IMPATTO AMBIENTALE

Tipologia Indicatore	Fonte d'impatto riscontrata in Valle Piota
1 INSEDIAMENTI ABITATIVI	La Pieve (fraz. di Silvano d'Orba); Villaggio Primavera in loc. Cirimilla (fraz. di Lerma); loc. Mascatagliata (fraz. di Lerma) abitazioni sparse.
2 TURISMO	Abbondante presenza stagionale di bagnanti; scarsa presenza di trekkers e turisti a cavallo, nelle zone limitrofe al torrente.
3 AGRICOLTURA	Aree coltivate assenti lungo la fascia golenale del torrente; scarsi campi coltivati (prati da sfalcio, erba medica e frumento) nella fascia pedecollinare.
4 ZOOTECNIA	3 allevamenti di equini (maneggio in loc. Caraffa, Scuderie Castello di Tagliolo e Scuderie Hippocastano); 1 allevamento di suini (loc. Mascatagliata, fraz. di Lerma); pochi capi di bovini in zona Madonna della Rocchetta e Cascina Piotta.
5 VIE DI COMUNICAZIONE	Strada da Silvano d'Orba fino alla loc. Cirimilla (fraz. di Lerma); strada da Silvano a loc. La Pieve (fraz. di Silvano d'Orba); strade a minor percorrenza (sia asfaltate che interrate).
6 SETTORE INDUSTRIALE	Area industriale in loc. Caraffa (fraz. di Silvano d'Orba).
7 ATTIVITA' MINERARIE ESTRATTIVE	Miniere aurifere attualmente inattive nella parte alta della valle (all'interno del Parco di Capanne di Marcarolo).
8 CAPTAZIONI ACQUE	5 captazioni di diversa portata e utilizzo (vd. Tabella d).
9 INFRASTRUTTURE INTERRATE	Acquedotti, fognature e metanodotti.
10 INFRASTRUTTURE FUORI TERRA	Linee elettriche sparse; sbarramento in cemento a valle della confluenza Gorzente.
11 SIST. DI TRATTAM. E SMALTIM. RIFIUTI	Collegamento delle abitazioni e dell'area industriale Caraffa al collettore principale del Consorzio di Bonifica della Valle Orba; fossa biologica IMOHF presso Villaggio Primavera in loc. Cirimilla (fraz. di Lerma); (vd. Tabella b).
12 PRODUZIONE D'ENERGIA, CANALIZZAZIONI	Assenza di attività di produzione energetica.

Tabella a: principali tipologie di causa di rischio ambientale rilevate nell'area di studio

## IMPATTO AMBIENTALE EFFETTIVO

Indicatore	Peso	Motivazione
1	basso	Il basso numero di abitazioni, raggruppate in piccoli nuclei abitativi o più o meno isolate, non influisce molto sull'ambiente fluviale, apportando un disturbo antropico relativamente contenuto.
2	basso	L'unica conseguenza della stagionale presenza di bagnanti sul greto del Piota, relativamente poco influente sull'ambiente, è l'apporto di rifiuti che andrebbe ulteriormente monitorata.
3	basso	La conformazione della valle non consente attività agricole intensive; nella parte terminale del bacino si registrano aree coltivate in maniera tradizionale (orti, pochi cereali, ecc.), mentre nella parte medio-alta della valle il numero di appezzamenti decresce ulteriormente, risultando ancor meno impattanti (prati da sfalcio, erba medica, ecc.).
4	basso	L'allevamento di suini è stato recentemente dotato di nuova fossa stagna in cemento che annulla la dispersione dei liquami; la presenza di bovini è troppo limitata per rappresentare un problema; i maneggi presenti, localizzati nella parte media della valle, possono costituire un problema solo in caso di forti piogge che dilavano il terreno veicolando i liquami verso il corso d'acqua.
5	basso	Il basso numero di strade asfaltate, le quali si avvicinano piuttosto raramente al corso d'acqua, influisce minimamente sull'ambiente vallivo, apportando un disturbo antropico relativamente contenuto.
6	nullo	Gli scarichi fognari di tutte le industrie presenti in loc. Caraffa si allacciano al collettore principale del Consorzio di Bonifica della Valle Orba; per quanto riguarda le emissioni gassose, le aziende insalubri, costantemente monitorate dagli enti preposti, sono state recentemente dotate di sistema per l'abbattimento dei gas, che ne annulla il rischio ambientale (vd. Tabella c).
7	nullo	Le miniere aurifere presenti lungo l'alta valle del torrente sono ormai inattive e per nulla impattanti ecologicamente, vista l'esiguità dell'ingresso ancora esistente.
8	medio	Le captazioni sottraggono una notevole quantità d'acqua al torrente, determinandone un generale abbassamento del livello, evidente fin dal tratto successivo alla sorgente.
9	nullo	Acquedotti, fognature e metanodotti vengono costantemente monitorati e non impattano sull'ambiente vallivo.
10	basso	Poche linee elettriche servono i piccoli nuclei abitativi e le case sparse; lo sbarramento in cemento a valle della confluenza Gorzente appare evidente soltanto nei periodi di magra, non risultando altrimenti impattante a livello visivo.
11	nullo (*)	Il diretto collegamento tra scarichi fognari di abitazioni / imprese e collettore principale del Consorzio di Bonifica della Valle Orba, e la fossa IMOHF del Villaggio Primavera, in loc. Cirimilla (fraz. di Lerma), annullano l'eventuale impatto sull'ambiente.
12	nullo	Assenza di attività di produzione energetica.
	Nota (*)	Il reale peso di questo indicatore può occasionalmente aumentare (raggiungendo un valore di 'basso'), a causa di uno scarico non autorizzato di liquami presso il Villaggio Primavera, in loc. Cirimilla (fraz. di Lerma), individuato durante le uscite sul campo; inoltre, il dilavamento dei liquami provenienti dai maneggi della media Valle Piota, in seguito a forti piovvaschi, può determinare l'aumento del carico organico ed enterobatterico, causa di eventuale eutrofizzazione delle acque.

Tabella b: peso di ciascun indicatore, o fonte d'impatto, sull'ambiente della Valle Piota 

Nell'atto di calcolare il rischio ambientale medio registrato lungo la valle del Torrente Piota, dalla foce alla sorgente, sono state identificate tutte le possibili categorie di fonti d'impatto riscontrabili nell'area di studio, incluse le attività di sfruttamento del territorio e quelle industriali.

### Tipologie di Impatti ambientali

Nell'ambito di una recente ricerca volta a calcolare la valenza ambientale dei principali Biotopi del Piemonte, condotta grazie allo sforzo congiunto di tutte le sedi ARPA provinciali, è stata

utilizzata una scheda di identificazione standardizzata delle fonti d'impatto ambientale. In essa venivano individuate le principali tipologie riscontrate in ambito regionale.

Tutte le principali tipologie di causa di rischio ambientale risultano presenti all'interno dell'area di studio. Per ciascuna di esse è stata specificata la fonte d'impatto effettivamente riscontrata lungo il bacino del Piota.

L'effettiva pressione negativa sull'ambiente è stata verificata solo per poche delle suddette tipologie. Nella Tabella b viene specificato e giustificato il peso di ciascun indicatore, o fonte d'impatto, sull'ambiente della Valle Piota.

Tipologia aziendale	classe di rischio
Conf. Frutta secca	-
Revisioni vetture ed autocarri	-
Importazione legnami pregiati	2° classe
Imbottigliamento vini	2° classe
Costruzioni meccaniche	2° classe
Costruzione casellari postali	2° classe
Commercio piastrelle sanitari	-
Impianti quadri elettrici	1° classe
Deposito edile	-
Prodotti dolciari	-
Termotecnica	-
Produzione serramenti	2° classe
Manufatti in vetroresina	2° classe
Lavorazione meccanica industriale	2° classe
Lavorazione meccanica	2° classe
Autotrasporti	-
Produzione sacchetti in polietilene	1° classe
Deposito profilati in alluminio	-
Trsf. Di residui in poliet. In granuli	1° classe
Fabb.Guanciali-materassi in lattice	1° classe
Prodotti in legno	2° classe

Tabella c: tipologie aziendali dell'area industriale ubicata in località Caraffa (frazione di Silvano d'Orba), e rispettiva classe di rischio ambientale. A ciascuna tipologia corrisponde un'azienda.

L'area industriale sita in località Caraffa (frazione di Silvano d'Orba) è attualmente composta da 21 aziende. Delle suddette, 4 ricadono nella '1° Classe' di insalubrità ai sensi dell'Art. 216 T.U.LL.SS. (testo unico leggi sanitarie) N°1265/34, 9 nella '2° Classe', mentre le restanti 8 non vengono considerate fonti di rischio ambientale.

Per quanto riguarda gli scarichi gassosi, dopo numerose lamentele e controlli, le aziende interessate sono state recentemente dotate di un moderno impianto di abbattimento dei fumi, in grado di annullare completamente l'inquinamento aereo ed il suo impatto sull'ambiente vallivo.

Infine, vista l'influenza negativa delle numerose captazioni presenti lungo il torrente Piota, si è pensato di riportarne l'ubicazione e valutarne le caratteristiche in Tabella d (dalla quale risulta, inoltre, che tutte le derivazioni sono localizzate nella parte alta della valle).

## Risultati

In conclusione, il livello di rischio ambientale per la Valle Piota, desunto dalla valutazione di tutte le fonti impattanti effettivamente presenti nell'area di studio, può essere definito come mediamente 'basso'.

Dall'analisi dei suddetti dati, risulta che il peso dei 12 indicatori ambientali scelti per tale valutazione varia da 'nullo' a mediamente incidente;

Località	Comune	Utilizzo	Destinatario
Loc. Pieve	Silvano d'Orba	Irriguo	-
Rio di Bano	Lerma	Acquedotto	Tagliolo Monferrato
Loc. Boscobello	Lerma	Energetico	Centrale Lavagnina
Loc. Boscobello	Lerma	Acquedotto	Madonna delle Rocche
Loc. Palazzo (a monte)	Lerma	Acquedotto	Tagliolo Monferrato
Rio del Sole, C.na Faina	Lerma	Acquedotto	Lerma

Tabella d: captazioni idriche superficiali ubicate lungo il bacino del Torrente Piota.

di seguito, vengono riassunte le fonti d'impatto in ordine di rischio ambientale emerso nelle indagini:

Nulla: industrie, attività estrattive, infrastrutture interrate, attività di produzione energetica, sistemi di trattamento e smaltimento rifiuti

Basso: insediamenti abitativi, turismo, agricoltura, zootecnia, vie di comunicazione, infrastrutture fuori terra

Medio: captazioni

La maggiore fonte di rischio ambientale per l'ecosistema della Valle Piota, inclusa la parte alta

del bacino interna al Parco Regionale di Capanne di Marcarolo, risulta essere il regolare prelievo di una gran quantità d'acqua, per mezzo delle 5 captazioni esistenti lungo il corso del torrente: tali derivazioni servono 3 diversi acquedotti (Lerma, Tagliolo Monferrato e Madonna delle Rocche), muovono turbina nella centrale dell'acquedotto Deferrari - Galliera (destinato al Comune di Genova) e fungono da fonte d'acqua d'irrigazione per i campi nelle vicinanze della località Pieve (frazione Silvano d'Orba).

dip.alessandria@arpa.piemonte.it



# Scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Dora Baltea

Laura Porzio, Luca Albertone, Antonio Iacono, Roberta Olivetti

## Premessa

Il comprensorio nucleare di Saluggia (Vc) è suddiviso in due aree separate: nella prima è insediato l'impianto Eurex - impianto pilota per il ritrattamento del combustibile nucleare irraggiato attualmente non più in esercizio - mentre nella seconda sono insediati il gruppo Sorin - produzione di radiofarmaci - e il Deposito Avogadro - deposito di combustibile nucleare irraggiato.

Ognuno dei tre impianti è autorizzato ad effettuare scarichi di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Dora Baltea nel rispetto della formula di scarico loro assegnata nell'ambito della licenza ministeriale di esercizio. Le formule di scarico stabiliscono la quantità massima di radioattività che può essere scaricata in funzione della portata del fiume. Il rilascio di effluenti radioattivi liquidi non è continuo, ma è controllato ed è funzione delle attività svolte.

## Normativa di riferimento

La normativa nazionale in vigore consiste nell'attuazione delle direttive Euratom dell'Unione Europea in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti, attraverso il Decreto Legislativo 17 marzo 1995 n. 230, così come modificato ed integrato dal Decreto Legislativo 26 maggio 2000 n. 241 e dal Decreto Legislativo 9 maggio 2001 n. 257.



Figura 1- Condizioni dell'argine fluviale lungo il perimetro del Comprensorio nucleare di Saluggia in data 16 febbraio 2004.

## Gestione di un episodio di contaminazione ambientale

In seguito ai lavori di adeguamento dell'argine fluviale effettuati dopo l'alluvione dell'ottobre 2000 e recentemente ultimati, nel tratto di fiume immediatamente prospiciente gli impianti, si è creata una zona in cui l'acqua scorre con una portata quasi nulla provocando fenomeni di ristagno (figura 1). Questa situazione è all'origine dell'accumulo di contaminazione radioattiva nel limo fluviale nella zona immediatamente sottostante il collettore comune Sorin - Deposito Avogadro verificatasi in seguito allo scarico autorizzato effettuato dal Deposito nell'ottobre 2003. Il fenomeno è emerso solo nel mese di febbraio 2004 quando le condizioni di secca della Dora Baltea hanno reso accessibile la zona che normalmente è sommersa.

L'esercente del Deposito Avogadro ha pertanto effettuato alla Prefettura di Vercelli all'Arpa la segnalazione prevista dall'art. 100 del D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii. Le analisi effettuate periodicamente da Arpa nell'ambito del programma di monitoraggio radiologico del sito sui campioni di acqua superficiale e di limo fluviale prelevati a valle degli scarichi del comprensorio nucleare non avevano mai rivelato la presenza di contaminanti radioattivi in quantità anomale. Nel limo fluviale si evidenziava soltanto la presenza di Cs-137 in quantità correlabili all'incidente di Chernobyl.

Al fine di verificare la situazione anomala segnalata e di individuarne le cause, Arpa si è immediatamente attivata provvedendo al prelievo di campioni di acqua superficiale e di limo lungo il tratto di fiume che costeggia gli impianti, partendo da un punto a monte dell'impianto Eurex fino ad arrivare ad un punto situato a circa 450 metri a valle del punto di immissione del collettore Sorin - Deposito Avogadro.

Le analisi eseguite sui campioni prelevati hanno consentito di stabilire che la contaminazione era circoscritta al tratto di fiume immediatamente antistante lo scarico di Avogadro. Pertanto è stata effettuata la mappatura a maglia stretta della zona di interesse. Le misure eseguite in loco con uno spettrometro portatile dotato di rivelatore al Germanio iperpuro hanno consentito di individuare la zona di interesse.

In particolare:

- la zona contaminata è risultata essere limitata alle vicinanze dello scarico del Deposito Avogadro con un'estensione di circa 280 m<sup>2</sup> ed un'area centrale di dimensioni pari a circa 10 m<sup>2</sup> dove la contaminazione era superiore a 1 Bq/g (Bequerel al grammo. Unità di misura della concentrazione dell'attività di isotopi radioattivi in una sostanza), valore di soglia previsto dal D.Lgs 230/95 per la classificazione dei rifiuti radioattivi;
- i valori delle concentrazioni sono risultati estremamente variabili da punto a punto in funzione anche della composizione del limo, compresi tra 850 e 3600 Bq/g nell'area centrale e tra 50 e 300 Bq/g altrove (valori riferiti alla massa umida).

L'area contaminata è stata delimitata con nastro di segnalazione al fine di impedire l'accesso alla popolazione. Va peraltro fatto rilevare che la zona sottostante il collettore di scarico non è luogo di abituale frequentazione. In seguito, sentito anche il parere dell'Apat (autorità nazionale di controllo), Arpa ha disposto che la Direzione del Deposito provvedesse a:

- rimuovere il limo dalla zona ove lo stesso presentava valori di concentrazione superiori a 1 Bq/g e condizionarlo in fusti idonei a contenere rifiuti radioattivi che sono attualmente conservati presso il Deposito Avogadro nello spazio adibito a deposito di rifiuti radioattivi solidi;
- rimuovere il limo dalla zona ove lo stesso presentava valori di concentrazione inferiori a 1 Bq/g spingendolo in mezzo all'alveo del fiume.

Inoltre, sempre di concerto con Apat, è stata negata ai tre esercenti l'autorizzazione allo scarico in attesa che si ripristinassero le idonee condizioni.

### Gestione degli scarichi di effluenti radioattivi liquidi autorizzati in via transitoria

Risulta evidente che l'attuale assetto del fiume Dora Baltea non consente di effettuare scarichi di effluenti radioattivi liquidi in condizioni di sicurezza. Tuttavia i responsabili del Deposito Avogadro e dell'impianto Eurex avevano ripetutamente segnalato la necessità di effettuare uno scarico al fine di non compromettere le normali condizioni di operatività degli impianti. È stata perciò considerata la possibilità di concedere un'autorizzazione in via del tutto eccezionale, nelle more di attuazione dei lavori di adeguamento della condotta di scarico alle mutate condizioni fluviali.

L'aumento considerevole della portata del fiume in seguito alla piena primaverile lasciava ipotizzare la possibilità, tutta da verificare, che il Deposito Avogadro, il cui collettore di scarico si

trova in una posizione più favorevole, potesse procedere allo scarico senza creare ulteriori situazioni di contaminazione ambientale. Al contrario, la zona di argine sottostante lo scarico dell'impianto Eurex continuava ad essere solo parzialmente allagata da acque stagnanti: l'unica soluzione possibile era pertanto quella di prolungare il tubo di scarico fino a raggiungere la vena principale del fiume.

### *Scarico effettuato dal deposito Avogadro giugno 2004*

In corrispondenza del valore medio di portata del fiume pari a 175 m<sup>3</sup>/sec misurato dall'Arpa presso la stazione di Verolengo, la zona sottostante il collettore del Deposito Avogadro era completamente sommersa e non si evidenziavano fenomeni di ristagno. Tuttavia, non essendo possibile misurare la portata direttamente nel punto di immissione si è ritenuto opportuno valutare in maniera alternativa la diluizione degli scarichi procedendo all'effettuazione di uno scarico non attivo tracciato con fluoresceina, sostanza colorante assolutamente atossica. È stato così possibile constatare che l'acqua di scarico veniva tutta convogliata verso il centro del fiume e rapidamente diluita (figura 2).

*Figura 2- Prove effettuate su uno scarico non attivo del Deposito Avogadro tracciato con fluoresceina che mostrano come l'acqua di scarico venga portata verso la vena principale del fiume e rapidamente diluita.*



Si è pertanto ritenuto che ci fossero le condizioni per lo scarico in sicurezza e, cautelativamente, si è proceduto allo scarico attivo di un solo m<sup>3</sup> anch'esso tracciato con fluoresceina in modo da avere l'esatta informazione dell'inizio dell'immissione di effluenti radioattivi nella Dora Baltea.

Durante l'esecuzione dello scarico (durata circa 2 minuti) e successivamente ad intervalli di circa 2 minuti sono stati prelevati campioni di acqua sia nella zona immediatamente sottostante la condotta che nella zona a monte a destra della condotta stessa, in corrispondenza del punto in cui, per la conformazione dell'argine, si potevano ipotizzare fenomeni di accumulo. Questi campioni sono stati immediatamente sottoposti a misure di spettrometria gamma mediante spettrometro portatile al fine di valutare la diluizione dei conta-

minanti e, di conseguenza, la possibilità di autorizzare lo scarico di tutti gli effluenti stoccati.

I risultati delle misure hanno consentito di accertare la sussistenza delle condizioni per lo scarico di tutti gli effluenti stoccati, un campione dei quali era stato in precedenza prelevato dalle vasche di stoccaggio ed analizzato per verificarne la composizione. Infatti nel punto di immissione dello scarico nel fiume si è osservata una diluizione minima di 1:30, rapidamente diminuita a 1:700 dopo 16 minuti. Immediatamente a monte del collettore in corrispondenza dell'area dove si potevano ipotizzare fenomeni di accumulo, la diluizione minima è stata pari a 1:70, rapidamente diminuita a 1:300 dopo soli 2 minuti. A 450 m a valle del collettore di scarico la diluizione è risultata pressoché completa. Pertanto, di concerto con Apat, è stata concessa l'autorizzazione allo scarico.

#### Scarico effettuato dall'impianto Eurex luglio 2004

La concentrazione di radioattività del campione di acqua di scarico prelevato nella vasca di stoccaggio era inferiore ad 1 Bq/g. L'attività totale da scaricare avrebbe quindi comportato un impegno esiguo della formula di scarico ed è risultato chiaro che sarebbe stato sufficiente superare la zona di secca per permettere il corretto svolgimento dello scarico. Pertanto al collettore è stato applicato un tubo di prolunga della lunghezza di circa 18 metri e, dopo aver verificato l'adeguamento dell'innesto, è stato autorizzato lo scarico dell'intero contenuto della vasca di stoccaggio degli effluenti radioattivi liquidi.

Durante lo scarico si è proceduto al prelievo di campioni di acqua a valle del punto di immissione nel fiume al fine di verificare il corretto comportamento degli effluenti. Le analisi effettuate hanno permesso di verificare l'assenza di fenomeni di accumulo o concentrazione. A 720 m a valle del collettore di scarico la diluizione è risultata completa.

#### Indagini ambientali

Nei giorni successivi agli scarichi di effluenti radioattivi liquidi effettuati sia dal Deposito Avogadro che dall'impianto Eurex sono state monitorate le zone sottostanti i collettori riscontrando quanto segue:

- in corrispondenza del punto di immissione dello scarico del Deposito Avogadro nel fiume è riscontrabile una debole contaminazione da Cs-137 dell'acqua superficiale, dell'ordine del Bq/l (Bequerel per litro. Unità di misura della concentrazione dell'attività di isotopi radioattivi riferita ai volumi) dovuta al dilavamento del collettore di scarico stesso, mentre i valori di contaminazione da Cs-137 riscontrati nel limo risultano nettamente inferiori ai livelli misurati in occasione del-

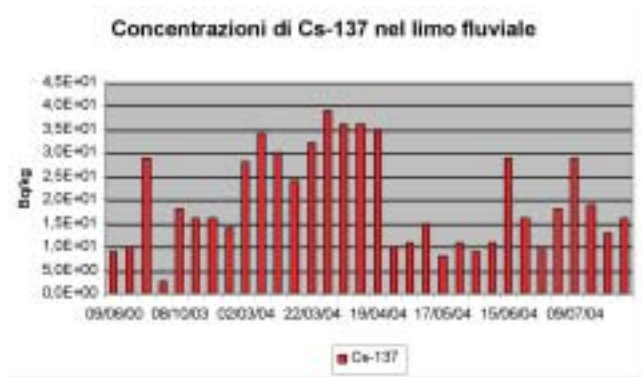


Figura 3- Andamento della concentrazione di Cs-137 nel limo del fiume Dora Baltea prima e dopo l'episodio di contaminazione anomala registrato nel mese di febbraio 2004.

l'evento anomalo del febbraio 2004 e comunque sempre inferiore a 1 Bq/g, limite fissato dalla normativa vigente per considerare qualunque materia o sostanza un rifiuto radioattivo;

- in corrispondenza del punto di immissione dello scarico dell'impianto Eurex nel fiume non si riscontra alcuna contaminazione dell'acqua superficiale, mentre i bassi valori di contaminazione da Cs-137 riscontrati nel limo sono dell'ordine della decina di Bq/g, perfettamente confrontabili con quelli riscontrati sia a monte che a valle.

A partire dalla data di segnalazione della situazione anomala da parte del Deposito Avogadro sono stati intensificati i controlli e, con cadenza settimanale, sono stati prelevati ed analizzati campioni di acqua superficiale e di limo fluviale a valle degli scarichi del comprensorio. I risultati delle misure evidenziano che a 450 m dagli scarichi del comprensorio non c'è mai stato un incremento della contaminazione sia nell'acqua superficiale che nel limo fluviale (figura 3). L'episodio di contaminazione riscontrato nel mese di febbraio 2004 è rimasto circoscritto e non ha prodotto un impatto radiologico significativo sul fiume. Tale episodio non è stato provocato da un evento incidentale bensì dall'immissione di una quantità autorizzata di effluenti radioattivi liquidi nell'ambiente (lo scarico ha comportato l'impegno del 7% della formula di scarico annuale) il cui comportamento è stato influenzato dal mutato assetto fluviale che non ha consentito la diluizione dei contaminanti contemplata nella formula di scarico.

#### Conclusioni

La situazione descritta evidenzia che è assolutamente indispensabile intervenire sul letto del fiume e/o con l'adeguamento dei collettori di scarico degli impianti affinché l'immissione di effluenti radioattivi liquidi nel fiume Dora Baltea avvenga in modo che sia garantita la portata prescritta dalla formula di scarico. Attualmente si sta vagliando una proposta di adeguamento dell'argine fluviale che garantisca lo scorrimento dell'acqua anche nella zona sottostante i punti di immissione delle condotte di scarico degli impianti nucleari del comprensorio di Saluggia.



# I rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche



*Maria CuvIELLO, Pina Nappi, Aldo Panzia Oglietti*

I rifiuti delle apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) costituiscono uno dei flussi che mostrano la crescita più rapida nell'Unione Europea e una delle maggiori fonti conosciute di metalli pesanti e di inquinanti organici nei rifiuti urbani.; Secondo un memorandum dell'UE del 1998, essi rappresentano circa il 4% dei rifiuti urbani e aumentano del 16-28% ogni cinque anni, valore tre volte superiore alla crescita media dei rifiuti urbani. Sono, inoltre, una delle maggiori fonti conosciute di metalli pesanti e di inquinanti organici nei rifiuti urbani (memorandum dell'UE su RAEE, 1998).

Secondo lo stesso memorandum, per i paesi OCSE, la stima approssimativa del potenziale annuo di RAEE è dell'ordine di 20 kg procapite, suddivisi tra i nuclei domestici utenze domestiche (12 kg), settori industriali (5 kg) e cavi (3 kg). Di tutti i rifiuti prodotti, secondo alcune analisi della Commissione Europea e secondo i dati dell'APAT (entrambi risalenti al 1999), sia a livello europeo che italiano, circa il 90% finisce in discarica disperso nel flusso dei rifiuti urbani o smaltito illegalmente.

Una delle difficoltà nella gestione dei RAEE è la mancanza di dati certi e in particolare di collegamento tra le quantità presenti sul mercato e i flussi di rifiuti da gestire, in ragione:

- della loro durata effettiva, spesso inferiore al ciclo di vita tecnica ipotizzato;
- dell'abitudine a conservare in casa i prodotti non più utilizzati, al reimpiego e alla rivendita.

Ecco perché il momento in cui il prodotto è restituito dipende non soltanto dalla durata dell'apparecchiatura, ma anche dallo spazio a disposizione per lo stoccaggio, dalle abitudini comportamentali e da situazioni specifiche dalla psicologia e dai comportamenti specifici.

Di norma, si ricorre a due metodi per calcolare il potenziale quantitativo di rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche: il "metodo del consumo e dell'uso" e il "metodo dell'approvvigionamento del mercato". Entrambi si affidano a ipotesi riguardanti un catalogo standard di apparecchiature elettriche ed elettroniche, peso medio, ciclo di vita medio, situazione socioeconomi-

ca nella regione geografica e statistica sui tempi di conservazione delle apparecchiature nelle abitazioni private.

A rendere più complessa la stima è la varietà di apparecchiature comprese nel così detto "E-waste" (così definiti i rifiuti elettrici ed elettronici in generale) che vanno dalle grandi apparecchiature domestiche, come frigoriferi, condizionatori, telefoni portatili, impianti stereo e varie componenti elettroniche di consumo, fino ai personal computer. Al mercato domestico si aggiungono, inoltre, le apparecchiature professionali e industriali impiegate dai comparti produttivi.

In Italia sono circa 4 milioni le apparecchiature "vecchie" che ogni anno gli utenti sostituiscono con nuovi elettrodomestici (Saetti, 1998). Di queste più della metà, circa 2,5 milioni, diventano rifiuto. Quanto alle procedure adottate per il loro smaltimento, circa 1 milione di elettrodomestici sono ritirati dal rivenditore, 0,6 milioni da strutture comunali, 1,4 milioni dai rottamatori e 0,5 è la quota delle apparecchiature abbandonate sul territorio. Non tutte le stime concordano, infatti la TRED CARPI, che è una delle maggiori ditte di recupero in Italia, stima i beni durevoli (frigoriferi, congelatori e surgelatori, condizionatori d'aria, televisori, personal computer, lavatrici e lavastoviglie) dismessi in Italia nel 2001 in oltre 6,5 milioni di pezzi (di cui 1,5 milioni di frigoriferi) pari a circa 210.000 tonnellate di rifiuti elettrici ed elettronici. Evidentemente questa stima risulta maggiore delle altre disponibili ed è troppo alta se rapportata alle unità presumibilmente immesse nel mercato riportate in tabella 2. Bisogna comunque tener presente che si tratta in entrambi i casi di stime e che quindi ci siano delle discordanze dovute alle diverse metodologie di stima adottate.

## Le Attività dell'Arpa Piemonte

L'attività svolta dall'Arpa nell'ambito del Centro Tematico Nazionale Rifiuti e Flussi di Materiale ha avuto lo scopo di raccogliere diverse informazioni per effettuare un'analisi critica degli obiettivi proposti dalla Dir. 2002/96/CE. Lo studio, commissionato da APAT, si è svolto in colla-

Con le due direttive 2002/95/Ce e 2002/96/Ce la Commissione Europea ha stabilito nuove regole per la costruzione e la gestione a fine vita delle apparecchiature elettriche ed elettroniche. Nei RAEE rientrano rifiuti prodotti da categorie molto diverse tra di loro, dai piccoli e grandi elettrodomestici alle apparecchiature di illuminazione, dai distributori automatici ai giocattoli e dispositivi medicali.

La direttiva 2002/95/Ce stabilisce che a partire dal 1° luglio 2006 non potranno più essere utilizzati piombo, mercurio, cadmio, cromo esavalente, bifenili polibromurati (Pbb) ed etere di difenile polibromurato (Pbde) nella fabbricazione di apparecchi elettrici ed elettronici.

In base alla direttiva 2002/96/Ce, entro l'agosto del 2004 gli Stati membri dovranno adottare tutte le misure legislative necessarie per dare attuazione al nuovo meccanismo di raccolta, trattamento e recupero delle apparecchiature elettriche ed elettroniche giunte a fine vita.

**Raccolta dei rifiuti.** Il ritiro dei rifiuti provenienti da professionisti sarà a carico dei produttori delle apparecchiature. Il ritiro dei rifiuti provenienti dai "nuclei domestici" avverrà invece a cura dei distributori, che dovranno ritirarli gratuitamente all'atto dell'acquisto di un nuovo ed analogo prodotto. Gli Stati membri dovranno organizzare un sistema di ritiro che consenta di raggiungere, entro il 31 dicembre 2008, un tasso di raccolta da utenza domestica pari ad almeno 4 kg in media per abitanti l'anno.

**Trattamento dei rifiuti.** Dovrà essere organizzato dai produttori delle apparecchiature, in forma individuale o collettiva. Il recupero dovrà avvenire nell'osservanza delle prescrizioni tecniche minime indicate negli allegati della direttiva; a partire dal 31 dicembre 2006 dovranno inoltre essere garantite precise soglie quantitative minime di recupero (diverse in base al tipo di rifiuto e comprese tra il 75 e l'80%).

**Oneri finanziari.** I costi di raccolta, trattamento, recupero e smaltimento dei rifiuti, relativi ai prodotti immessi sul mercato dopo il 13 agosto 2005, graveranno interamente sui produttori delle apparecchiature. Per la gestione dei "rifiuti storici", ossia di quelli prodotti prima del 13 agosto 2005, la direttiva distingue a seconda dell'utenza finale.

**Informazioni agli utenti.** Gli acquirenti dovranno essere informati su: obbligo di raccogliere separatamente i rifiuti elettrici ed elettronici, sistemi di ripresa e raccolta disponibili; proprio ruolo nel reimpiego, forme di riciclo e di recupero; effetti dannosi sull'ambiente e sulla salute umana delle sostanze pericolose presenti nelle apparecchiature.

borazione con le ARPA Friuli Venezia Giulia, Molise, Puglia e Veneto.

Una parte del lavoro ha riguardato una stima dei materiali contenuti nelle varie apparecchiature, un'altra le immissioni sul mercato delle apparecchiature in oggetto. Successivamente si è stimata la quantità di rifiuti prodotti dai dati di vendita delle apparecchiature, dalla loro diffusione e dalla loro vita media. Si sono analizzati, inoltre, i dati MUD relativi alla produzione di rifiuti da mettere a confronto con quelli stimati e soprattutto con la disponibilità territoriale di gestione degli stessi. Sono state esaminate alcune delle tecnologie disponibili per il recupero dei rifiuti da appa-

recchiature elettriche ed elettroniche. Infine, si sono messi a confronto i dati ricavati nello studio e gli obiettivi di raccolta e recupero definiti nella normativa comunitaria in fase di recepimento.

### Censimento delle apparecchiature elettriche ed elettroniche

La diffusione di alcune delle apparecchiature elettriche ed elettroniche considerate nelle Direttive CE, è stata stimata da ISTAT. I dati sono espressi in termini di percentuale di famiglie che posseggono tali apparecchiature da cui si è ricavata una stima del numero di apparecchiature presenti (Tabella 1).

Tabella 1 – Diffusione di apparecchiature nelle famiglie italiane, anni 1997-2001 (n°)

	1997	1998	1999	2000	2001
Lavastoviglie	6.211.354	6.238.975	6.359.646	6.867.870	7.456.149
Lavatrice	20.798.298	21.007.458	21.147.475	21.337.070	21.629.549
Videoregistratore	13.136.906	13.525.051	14.017.629	14.358.070	14.822.734
Televisore a colori	29.996.297	30.038.701	30.389.868	30.672.039	31.347.172
Antenna parabolica					3.627.316
Videocamera	3.917.265	3.730.296	4.005.037	4.245.188	4.567.731
Hi Fi	10.280.116	10.405.563	11.024.854	11.602.032	12.359.742
Consolle, videogiochi, etc.					3.761.661
Personal computer	3.614.272	4.101.144	4.599.191	5.689.885	7.814.402
Modem	844.052	1.156.174	2.068.536	3.689.535	5.620.100
Segreteria telefonica	2.683.651	3.010.415	3.190.826	3.333.917	3.358.626
Fax	822.409	981.657	1.320.342	1.489.150	1.634.531
Telefono cellulare					16.434.874
Condizionatori, climatizzatori					2.395.820

Fonte: ISTAT, elaborazione Arpa Piemonte

I dati relativi alle immissioni sul mercato delle apparecchiature elettriche ed elettroniche in parte soddisfano nuove necessità venutesi a creare e in parte sostituiscono apparecchiature obsolete.

Secondo ANIE (Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche Elettroniche) i dati di immissione sul mercato (disponibili solo per alcune delle apparecchiature) sono riportati nella tabella 2.

Dalle tabelle precedenti si può osservare che le stime delle apparecchiature in possesso delle famiglie italiane non riguardano esattamente lo stesso tipo di apparecchiature censite dall'ANIE. Di questo bisogna tener conto quando si stimano le quantità di rifiuti prodotti dalle apparec-

chiature immesse nel mercato e da quelle già presenti.

### Materiali contenuti nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche

I principali materiali recuperabili per le apparecchiature elettriche ed elettroniche sono rottami ferrosi e lamiera, alluminio, rame, plastica, PVC (cavi e guarnizioni) e vetro. Principale materia per il recupero di energia è, invece, la plastica (APAT, 2001).

Nella tabella 3 sono riportate le percentuali medie dei principali materiali presenti all'interno di alcune categorie di apparecchiature elettriche ed elettroniche (tabella 3).

Tabella 2 – Apparecchiature elettriche ed elettroniche immesse sul mercato

Apparecchiatura	1997		1998		1999	
	n° pezzi	peso (t)	n° pezzi	peso (t)	n° pezzi	peso (t)
PC (settore domestico)	1.242.894	18.643	1.400.000	21.000	1.800.000	27.000
Frigoriferi	1.009.576	47.450	1.129.319	53.078	1.215.387	57.123
Congelatori	387.589	18.217	389.845	18.323	401.292	18.861
Lavatrici	1.395.107	93.472	1.492.782	100.016	1.641.176	109.959
Lavastoviglie	205.709	10.285	230.494	11.525	251.598	12.580
Televisori	2.135.240	21.352	2.821.000	28.210	2.825.000	28.250
Cucine, forni e piani cottura					2.339.427	45.916
Totale	6.376.115	209.419	7.463.440	232.152	10.473.880	299.689

Fonte: Stime elaborate da APAT e ONR su dati ANIE

Tabella 3 – Componenti e materiali di riciclaggio

Categoria	Percentuale media in peso sul totale (%)				
	Metalli ferrosi	Metalli non ferrosi	Vetro	Plastica	Altro
Grandi elettrodomestici	61	7	3	9	20
Piccoli elettrodomestici	19	1	0	48	32
Computer e componenti relativi	43	0	4	30	23
Apparecchiature per telecomunicazioni	13	7	0	74	6
Televisori, apparecchi radio, etc.	11	2	35	31	21
Lampade a scarica di gas	2	2	89	3	4

Fonte: ICER 2000

Le quantità esattamente recuperabili per ogni materiale sono molto difficili da ricavare. Nelle categorie di apparecchiature definite dalla Dir 2002/96/CE confluiscono apparecchiature molto diverse tra di loro. Inoltre, in funzione della vita media delle apparecchiature che diventano rifiuto,

si riscontrano materiali molto diversi pur facendo parte della stessa categoria. Ad esempio, le plastiche di un televisore costruito 15 anni fa sono diverse da quelle di un televisore con 2 anni di vita.

In linea di massima i limiti della normativa sono quasi sempre raggiungibili tecnicamente, ma



lo sono economicamente solo nel momento in cui vengono adottati particolari criteri costruttivi. Questo impegno è già stato preso da alcune case costruttrici e consiste essenzialmente nell'utilizzo, per quanto possibile, di materiali dello stesso tipo e facilmente recuperabili.

Oltre alle sostanze recuperabili bisogna considerare che, nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, sono presenti numerose sostanze quali metalli pesanti, ritardanti di fiamma bromurati, sostanze alogenate, ecc.

Particolare attenzione deve essere prestata alle apparecchiature per produrre freddo, in quanto i fluidi refrigeranti contengono clorofluorocarburi (CFC), sostanze dannose per l'ozono troposferico già bandite nella fabbricazione delle apparecchiature, ma ancora presente nei rifiuti.

Un'altra parte significativa delle apparecchiature elettriche ed elettroniche è costituita da quelle di uso informatico: computer, stampanti, scanner, ecc., che sono un insieme estremamente complesso di più di 1.000 diversi materiali, molti dei quali contenenti elementi pericolosi (es. piombo, cadmio, mercurio e cromo). Inoltre, all'interno sia dei televisori che dei monitor dei PC c'è il tubo a raggi catodici (CRT), mentre i display a cristalli liquidi (LCD) e i display al plasma hanno ancora una limitata diffusione.

### Stima della quantità dei rifiuti dopo l'utilizzo

Una delle difficoltà maggiori nell'analisi dei dati relativi al post consumo è definire con certezza le apparecchiature comprese e l'attendibilità del dato di peso medio. Se si considerano le stime fornite da APAT (I rifiuti da apparecchiature elettriche

ed elettroniche, 2001) riportate nella tabella 4 il dato appare sufficientemente coerente a quello fornito da TRED CARPI (circa 6,5 milioni di apparecchi dismessi corrispondenti a circa 210.000 t). Confrontando i dati precedenti con quelli forniti da FISE Assambiente e riportati nella Tabella 5, ci

**Tabella 5**  
Apparecchiature dismesse (n° di pezzi)

Apparecchiatura	1999	2000
Elettrodomestici bianchi <sup>1</sup>	5.359.000	5.515.000
Elettrodomestici bruni <sup>2</sup>	9.393.000	9.780.000
Piccoli elettrodomestici <sup>3</sup>	9.427.000	9.766.000
Totale	24.179.000	25.061.000

Fonte: Stime elaborate da Fise Assambiente su dati di fatturato Findomestic

<sup>1</sup> Elettrodomestici bianchi: frigoriferi, congelatori, lavatrici, lavastoviglie, cucine, forni, etc.)

<sup>2</sup> Elettrodomestici bruni: televisori, videoregistratori, videocamere, sistemi HI-FI, lettori CD, autoradio, registratori auto, etc.

<sup>3</sup> Piccoli elettrodomestici: friggitorici, aspirapolvere, macchine per caffè, ferri da stiro, rasoi, etc.

si rende conto invece che il numero di pezzi dismessi è molto superiore se si considerano anche i piccoli elettrodomestici. La stima riportata ha il difetto, però, di non contenere i dati relativi al peso medio delle apparecchiature, di difficile calcolo nel caso dei piccoli elettrodomestici.

Considerando tutte le apparecchiature previste nelle Direttive 2002/95/CE e 2002/96/CE, risulta decisamente più attendibile la stima di 20 kg/abitante-anno ipotizzata per i paesi OCSE, che corrisponde per l'Italia a circa 1.140.000 t. D'altronde il memorandum dell'UE sul RAEE del 1998 ipotizza una quantità pari al 4% dei rifiuti

**Tabella 4 – Apparecchiature dismesse (n° di pezzi e peso)**

Apparecchiatura	1997		1998		1999	
	n° pezzi	peso (t)	n° pezzi	peso (t)	n° pezzi	peso (t)
PC (settore domestico)			708.450	10.627	800.000	12.000
Frigoriferi	807.660	37.960	903.544	42.467	972.309	45.699
Congelatori	290.691	13.662	292.383	13.742	300.969	14.146
Lavatrici	1.060.281	71.039	1.134.514	76.012	1.247.294	83.569
Lavastoviglie	164.567	8.228	184.395	9.219	201.278	10.063
Televisori	1.281.144	12.811	1.692.600	16.926	1.695.000	16.950
Cucine, forni e piani cottura					1.941.724	38.110
Totale	3.604.343	143.700	4.915.886	168.993	7.158.574	220.537

Fonte: Stime elaborate da APAT e ONR su dati ANIE

**Tabella 6 - Codici CER relativi a rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche**

CER	Descrizione del rifiuto
160201(P)	trasformatori o condensatori contenenti PCB o PCT
160202	altro materiale elettronico fuori uso (per esempio: circuiti stampati)
160203	apparecchiature contenenti clorofluorocarburi
160204	apparecchiature fuori uso contenenti amianto in fibre
160205	altre apparecchiature fuori uso
200121(P)	tubi fluorescenti ed altri rifiuti contenenti mercurio
200123	apparecchiature contenenti clorofluorocarburi
200124	apparecchiature elettroniche (schede elettroniche)

urbani che, considerando il dato APAT relativo al 1999 di rifiuti urbani (28.363.920 t), corrisponde circa a 1.135.000 t di RAEE.

### Analisi dei dati MUD di produzione e di gestione dei RAEE

Sono stati analizzati a livello nazionale i dati MUD relativi agli anni dal 1998 al 2001. I codici CER presi in considerazione sono quelli riportati nella tabella 6.

Poiché i dati MUD ad oggi disponibili a livello nazionale coprono fino al 2001, non viene usata la nuova codifica (in vigore dal 1/1/2002).

I dati MUD sono stati forniti dalla Sezione Nazionale del Catasto Rifiuti presso APAT che ha precisato l'eventualità di dati anomali dovuti ad una estrazione da banca dati non bonificata per quanto riguarda l'unità di misura. Alcune rettifiche sono state fornite dalla Sezione

Regionale Catasto Rifiuti dell'Emilia Romagna. Per quanto riguarda i dati di produzione dei RAEE, bisogna ricordare che non tutti i produttori di questo tipo di rifiuto sono tenuti alla dichiarazione MUD, lo sono sempre invece i gestori. Nella Tabella 7 sono riportati i dati MUD di produzione e gestione dei RAEE.

Dai dati MUD, riportati nella tabella precedente, si può osservare che le quantità dichiarate dai produttori di rifiuti sono inferiori a quelle gestite, cioè recuperate e smaltite in discarica o diversamente. Da ciò si deduce che chi è tenuto alla dichiarazione MUD avvia i rifiuti ad una gestione corretta. Invece, solo una minima parte dei RAEE non soggetti alla dichiarazione MUD da parte del produttore viene gestita con i codici propri, generalmente viene classificata e quindi gestita come rifiuto urbano misto (200301). Si può ipotizzare che quest'ultima parte corrisponda al 70% dei rifiuti prodotti.

### Conclusioni

Al termine dello studio effettuato si sono tratte diverse conclusioni anche in funzione delle difficoltà riscontrate nella ricerca dei dati e nella loro interpretazione.

Innanzitutto, risulta piuttosto difficile, se non impossibile, la stima dei materiali mediamente contenuti nelle varie apparecchiature elettriche ed elettroniche previste dalla Dir. 2002/96/CE.

Spesso la stessa tipologia di apparecchiatura può avere dimensione ed età di fabbricazione così diverse da vanificare l'utilità del dato medio. Anche per quelle apparecchiature per cui esistono già dati medi si sono trovate notevoli differenze. Pertanto, nei casi in cui interessa conoscere la tipologia e la percentuale di mate-

**Tabella 7 – Sintesi dei dati MUD di produzione e gestione dei RAEE (t)**

Anno	Produzione	Recupero	Smaltimento (no discarica)	Smaltimento in discarica	Totale gestiti	Percentuale dei rifiuti gestiti rispetto a quelli prodotti
1998	242.794	176.350	26.652	7.035	210.037	86,5
1999	230.833	226.152	30.671	16.036	272.859	118,2
2000	228.133	263.744	40.215	21.098	325.057	142,5
2001	251.024	269.943	26.390	16.005	312.338	124,4
Media	238.196	234.047	30.982	15.044	280.073	117,9

Fonte: APAT, MUD 1999-2002, elaborazioni: Arpa Piemonte

riale recuperabile, forse risulterebbe più fruttuosa una ricerca analitica raccogliendo dati presso alcune piattaforme di recupero prese a campione.

Per confrontare i dati di produzione dei rifiuti e la capacità di recupero e smaltimento è necessario avere dati precisi per entrambi i flussi (di produzione dei rifiuti e di gestione degli stessi). Quello di cui si dispone al momento sono, invece, da una parte stime di produzione e dall'altra dati annuali di gestione (dati MUD). Il confronto, quindi, richiede una serie di passaggi che potrebbero portare a conclusioni errate. Inoltre, le stime di produzione non sono disponibili per tutti gli anni e riguardano solo pochissime apparecchiature, come ad esempio i beni durevoli definiti dal D.Lgs. 22/97, per cui si è già avviato un mercato del recupero (Frigoriferi, PC,...). Per le altre apparecchiature esistono sicuramente dati, per esempio frutto di indagini di mercato, a cui non è facile accedere.

Dallo studio effettuato, la capacità degli impianti di trattamento sembra sufficiente, ciò che manca è un efficace sistema di intercettazione dei rifiuti. Inoltre, esiste molto spazio per la diffusione di tecnologie di recupero complesse che consentono di ottenere maggiori quantità di materiali e di migliore qualità. Rispetto alle aziende che trattano questo tipo di rifiuti, poche dispongono di tecnologie all'avanguardia, peraltro già disponibili sul mercato a prezzi accettabili.

È ragionevole pensare che il recepimento della Dir. 96/2002/CE darà un forte impulso a questo tipo di impianti.

Con le considerazioni appena esposte, in merito alle incertezze sui dati disponibili in Italia, è stato fatto un confronto con gli obiettivi previsti dalla Dir. 2002/96/CE.

Per ciò che riguarda il tasso minimo di raccolta separata di RAEE provenienti da utenze domestiche di 4 kg/abitante-anno da realizzare entro il 31 dicembre 2008, dai dati disponibili in Italia fino al 2001, si è ancora piuttosto lontani. Analizzando, infatti, i dati MUD relativi a codici CER 20, cioè provenienti da nuclei domestici ed avviati a recupero si ottengono con una

media nazionale di 0,7 kg/abitante-anno e punte (ritenute attendibili) in alcune Regioni del Nord di 1,5 kg/abitante-anno.

Per ciò che attiene alle percentuali minime di recupero appare difficile considerare gruppi contenenti apparecchiature così diverse, esistendo, tra l'altro, un grosso divario tra ciò che è tecnicamente realizzabile e ciò che è economicamente proponibile. D'altronde la Dir. 2002/96/CE stessa prevede una riconsiderazione degli obiettivi in base a studi più approfonditi.

L'evoluzione normativa fa prevedere che nei prossimi anni ci sarà un ulteriore incremento delle percentuali di recupero delle apparecchiature elettriche ed elettroniche; il reale sviluppo del settore potrà dirsi realmente avviato solo quando, grazie agli accordi di programma o all'attuazione della Direttiva europea, verranno realmente conferite al trattamento la maggior parte delle apparecchiature elettriche ed elettroniche dismesse.

## Bibliografia

ANPA (Gruppo di lavoro "Accordi di Programma smaltimento beni durevoli ex art.44 D.L.vo 22/97"), "Linee guida e criteri di valutazione dei parametri di efficacia ambientale delle attività di recupero dei beni durevoli dismessi". Roma, novembre 1998

ANPA-ONR, "I rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche – Aspetti normativi e gestionali". Roma, 2001

Stefano Apuzzo, "E-waste Aspetti critici della mancata gestione dei rifiuti tecnologici". Dossier del Consorzio Ecoqual'It.

Beatrice Celino, "A Carpi la scienza del recupero". Su "Recycling", luglio 2003

Vincenzo Dragani, "Rifiuti elettronici, i nuovi obblighi comunitari". Milano, 17 febbraio 2003

FISE ASSOAMBIENTE, "L'Italia del recupero", edizioni 2001, 2002, 2003

ISTAT, "Famiglie, abitazioni e sicurezza dei cittadini", Indagine Multiscopo sulle famiglie "Aspetti della vita quotidiana", Anno 2001 (Aggiornamento aprile 2003)





# Qual2e (Stream Water Quality Model)

Elisa Elampe, Maurizio Battezzone, Angelo Morisi, Ivo Riccardi, Lara Berta

## Introduzione

Secondo l'attuale quadro normativo (D.Lgs. 152/99) la qualità dei corpi idrici deve essere tutelata mediante una gestione integrata della risorsa acqua. La componente "modellistica" si inserisce quindi come supporto indispensabile alla pianificazione territoriale, in quanto, attraverso la simulazione, può riprodurre situazioni che sarebbe impossibile, costoso o pericoloso produrre di fatto nell'ambiente.

I modelli di qualità fluviale sono dei programmi di calcolo che simulano:

- 1) l'idraulica del sistema fluviale,
- 2) il processo di diffusione degli inquinanti,
- 3) le cinetiche di biodegradazione e bioaccumulo.

Lo scopo principale di un modello è *predire* la risposta del sistema a determinati fattori forzanti, in termini di concentrazione degli inquinanti.

## Descrizione del modello



Figura 1 – Schematizzazione sistema fluviale.

Il modello utilizzato presso il Dipartimento di Cuneo è il QUAL2E dell'US-EPA (U.S. Environmental Protection Agency), considerato lo standard di modellistica della qualità fluviale per la completezza delle cinetiche e delle componenti incluse nel modello. Il modello è in grado di simulare l'andamento spaziale di 15 diversi costituenti (ossigeno disciolto, BOD<sub>5</sub>, temperatura, alghe, azoto organico, ammoniaca, nitriti, nitrati, fosforo organico, fosforo disciolto, coliformi, un costituente non conservativo, tre conservativi).

Il sistema fluviale è schematizzato mediante un'asta composta di tratti suddivisi, a loro volta, in celle elementari, dette elementi computazionali, legate tra loro in modo sequenziale, dai meccanismi di trasporto e dispersione.

Per ogni cella il modello esegue:

- un *bilancio idrologico* in termini di flusso (figura 2), assumendo che il regime idraulico sia stazionario (equazione 1)

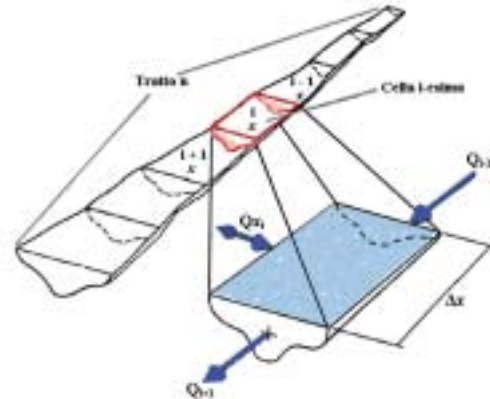


Figura 2 – Bilancio di flusso

- un *bilancio di materia* in termini di concentrazione (equazione 2)
- un *bilancio di calore* in termini di temperatura (equazione 3) dove:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = (Q_x) \quad \text{equazione 1}$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial (A_x D_L \frac{\partial C}{\partial x})}{A_x \partial x} - \frac{\partial (A_x u C)}{A_x \partial x} + \frac{\partial C}{\partial t} \quad \text{equazione 2}$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial (A_x D_L \frac{\partial T}{\partial x})}{A_x \partial x} - \frac{\partial (A_x u T)}{A_x \partial x} + \frac{H_n}{\rho c d} \quad \text{equazione 3}$$

- $(Q_x)_i$  somma di tutte le immissioni e i prelievi nell'elemento i-esimo
- $u$  velocità media del fluido attraverso la sezione  $A_x$
- $D_L$  coefficiente di dispersione longitudinale
- $s$  termine sorgente
- $V$  volume incrementale
- $T$  temperatura
- $H_n$  flusso netto di calore per unità di volume attraverso la superficie aria-acqua
- $\rho$  densità
- $c$  calore specifico
- $d$  profondità idraulica

## Applicazione

Le fasi, in cui si articola l'attività, si possono riassumere in:

**fase conoscitiva:** acquisizione dei dati su caratteristiche del territorio (affluenti, scarichi, derivazioni), parametri idraulici (portata, velocità, larghezza e profondità alveo), analisi chimiche e biologiche

**fase di programmazione:** organizzazione dei dati raccolti e impostazione della simulazione (schematizzazione dell'asta fluviale, stima dei carichi in ingresso)

**fase predittiva:** taratura del modello (fase iniziale finalizzata a stabilire una corrispondenza accettabile tra valori misurati e simulati) ed elaborazione di scenari sull'andamento qualitativo e quantitativo del sistema fluviale lungo l'intero tratto considerato

**fase valutativa:** analisi dei risultati, valutazione della praticabilità delle diverse possibili azioni di intervento, confronto in termini di diminuzione di carichi e di fattibilità economico-sociale.

Alcune importanti applicazioni del modello sono lo studio di:

- impatti prodotti da scarichi puntuali di origine civile e produttiva
- impatti prodotti da scarichi diffusi di origine zootecnica e agricola
- impatti prodotti da eventi piovosi intensi e localizzati
- tratti di corsi d'acqua a rischio, dove l'inquinamento produce effetti più marcati
- effetti dovuti a variazioni sia climatiche/stagionali sia artificiali (derivazioni) di portata.

Un ulteriore importante applicazione del modello riguarda la **classificazione del corpo idrico**, prevista dal D.Lgs. 152/99 al fine del raggiungimento degli obiettivi di qualità di cui all'art. 5.

Con i valori ottenuti dalla simulazione è possibile classificare il corpo idrico per ogni specifico scenario ipotizzato. Infatti per ogni cella il modello fornisce le concentrazioni dei:

- macrodescrittori necessari per la classificazione dello stato ecologico
- microinquinanti richiesti per la definizione dello stato chimico.

Studi di casi reali

Esempio 1 – Determinazione di un costituente

A titolo di esempio si riportano alcune elaborazioni grafiche fornite dal modello, relative allo studio di una derivazione acque per nuova centrale idroelettrica, schematizzata nelle figure 3 e 4.

Il costituente scelto, i coliformi, rappresenta lo stato di inquinamento biologico ed è espresso in termini di concentrazione in mg/l (figura 5). Il picco indica l'immissione dello scarico.

I valori devono essere moltiplicati per un fattore  $10^4$ , sottratto per limiti di scala intrinseci al modello. Osservando i grafici, si nota che l'opera di derivazione produce un aumento di concentrazione, evidente soprattutto nel caso estivo a causa di una minore capacità di diluizione del riceettore.

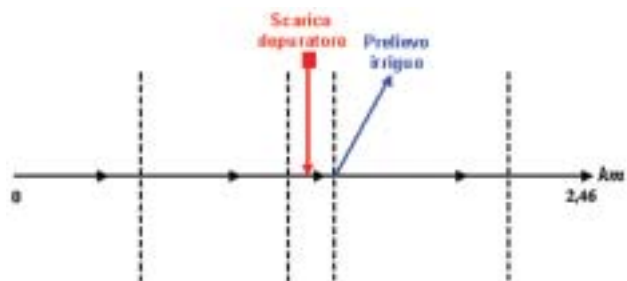


Figura 3 – stato "ante operam".

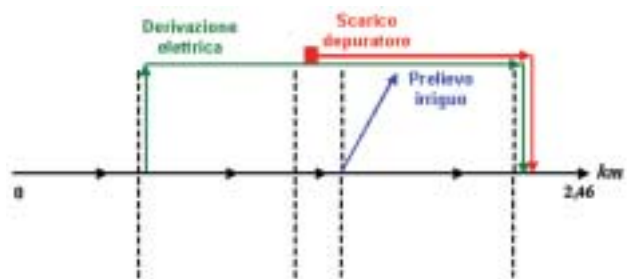


Figura 4 – stato "post operam".

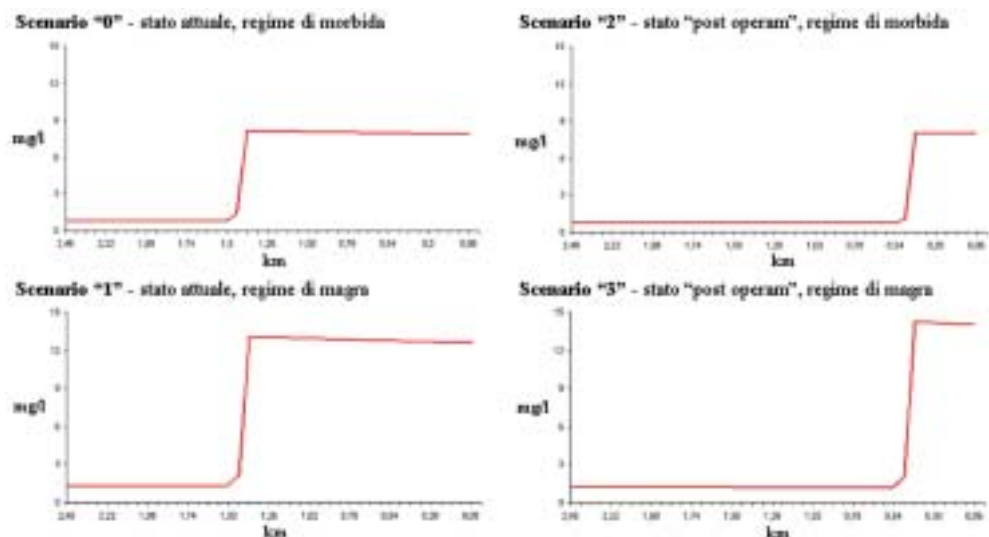


Figura 5 – Andamento della concentrazione dei coliformi.

*Esempio 2 – classificazione di un corpo idrico*

A titolo di esempio si riportano i valori dei macrodescrittori calcolati dal modello relativamente al caso della derivazione per la nuova centrale idroelettrica, in due diversi scenari considerati:

*Scenario “3” Stato “post operam” - regime di magra*

Tratto	100-OD	BOD5	COD	NH4	NO3	P tot.	E. coli	Livello
Tratto a monte dello scarico	156	8	15	0,1	1,6	0,8	12.000	
Punteggio	5	20	20	40	20	5	10	
Tratto a valle dello scarico	159	8	18	0,5	1,6	0,8	142.000	
Punteggio	5	20	10	20	20	5	5	

*Scenario “4” Trattamento scarico 30% - stato “post operam” - regime di magra*

Per questo scenario, si è supposto che lo scarico, prima di recapitare nell’asta principale, sia soggetto ad un trattamento con percentuale di abbattimento pari al 30%.

Tratto	100-OD	BOD5	COD	NH4	NO3	P tot.	E. coli	Livello
Tratto a monte dello scarico	156	8	15	0,1	1,6	0,8	12.000	
Punteggio	5	20	20	40	20	5	10	
Tratto a valle dello scarico	159	8	17	0,4	1,6	0,8	100.000	
Punteggio	5	20	10	20	20	5	5	

Livelli – legenda colori



Come si può osservare, il trattamento dello scarico, se non permette il raggiungimento della classe superiore di qualità, porta tuttavia a un miglioramento dei valori di concentrazione degli inquinanti introdotti dallo scarico stesso.

**Conclusioni**

In conclusione si può affermare che, trattandosi di un modello complesso, QUAL2E rappresenta, in fatto di cinetiche di degradazione degli inquinanti, uno standard di riferimento ampiamente diffuso ed utilizzato, soprattutto negli Stati Uniti.

Il modello è caratterizzato da una buona accuratezza nella previsione dei risultati.

I principali limiti sono la monodimensionalità e la stazionarietà. Il primo aspetto potrebbe rappresentare una restrizione significativa nel caso di sistemi fluviali di notevole estensione trasversale, condizione che in Piemonte generalmente non si verifica; pertanto il modello si presta ad una larga applicabilità ai corsi d’acqua piemontesi.

Per quel che riguarda il secondo aspetto, ogni simulazione è strettamente legata al periodo di implementazione, ovvero a periodi di tempo durante i quali le portate immesse e/o prelevate e i carichi inquinanti si possono considerare costanti. Tale limite viene superato, applicando al modello dati di ingresso relativi a diversi periodi dell’anno, per esempio ai regimi di morbida e di magra, in modo da ottenere scenari significativi differenti.

Un ultimo contributo fornito dal modello è quello di poter determinare il massimo miglioramento ottenibile dello stato ecologico, confrontando diverse opzioni gestionali e impiantistiche, ad es. includendo ed escludendo gli effetti di scarichi produttivi, reflui fognari, depuratori, derivazioni, ecc.

Dunque l’utilizzo della modellistica permette, esaminando possibili scenari, di verificare, in tempi brevi e con utilizzo contenuto delle risorse, le possibilità di raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientali previsti dal D.Lgs. 152/99.

dip.cuneo@arpa.piemonte.it



# Incontri con Arpa

a cura di Elisa Bianchi

■ 15 ottobre

Convegno  
*Il controllo ambientale dei campi elettromagnetici a radiofrequenza e la comunicazione ai cittadini*  
Torino

■ 18 ottobre

Seminario  
*Ecolabel Europeo per i prodotti: il fiore all'occhiello del mercato che guarda al futuro*  
Camera di Commercio di Torino - Torino

■ 19 ottobre

Seminario  
*Il marchio Ecolabel al servizio turistico: costruirlo e farlo riconoscere*  
Hotel San Rocco - Orta

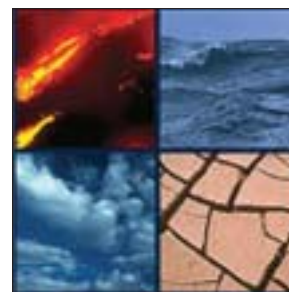
■ 27 ottobre

Ottava Conferenza Regionale  
*Ambiente & Impresa: protezione e sviluppo possono coesistere?*  
Lingotto Fiere - Torino

■ 4 novembre

*Meeting conclusivo Progetto Rinamed*  
*Premiazione*  
*vincitori del premio*  
*giornalistico*  
*"Natural Risiko"*  
Centro Incontri, corso  
Stati Uniti 23 - Torino

[www.svilupposostenibile.it](http://www.svilupposostenibile.it)



■ 5 novembre



Convegno internazionale  
*Presentazione dei*  
*risultati del Progetto*  
*Hydroptimet*  
Centro Incontri, corso Stati  
Uniti 23 - Torino

Per saperne di più consultare l'agenda degli eventi  
sul sito [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it)

## GLOSSARIO

ANIE:	Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche Elettroniche	RAEE:	Rifiuti apparecchiature elettriche ed elettroniche
BOD:	fabbisogno biochimico di ossigeno	Tapioca:	fecola alimentare fornita dalle radici di un'euforbicea americana, la manioca
Ecotono:	zona di contatto e di transizione tra due ecosistemi diversi	Vagile:	detto di organismo non fissato a un sostrato, capace di muoversi liberamente, di migrare
E-waste:	Rifiuti elettrici ed elettronici in generale		

