



Valutazione partecipata degli impatti sanitari, ambientali e socioeconomici derivanti dal trattamento dei rifiuti



Azione A7. GLI INDICATORI



1. GLI INDICATORI

Negli ultimi anni l'interesse verso lo studio dei sistemi agricoli ha accresciuto la necessità di disporre di strumenti d'indagine che permettono la caratterizzazione di sistemi agro-ambientali dal punto di vista agronomico, economico ed ecologico (Bockstaller e Girardin, 1996; Vazzana et al., 1996).

Tali valutazioni richiedono analisi rapide ed efficaci nonché confronti nel tempo e nello spazio pur mantenendo un'accettabile livello qualitativo delle stime. A tal proposito nascono mezzi che forniscono indicazioni e valutazioni sui fenomeni in atto.

Questi strumenti, adeguati a rappresentare l'insieme dei sistemi complessi, prendono il nome di indicatori. Un indicatore è un attributo, generalmente fisico, che caratterizza in maniera quantitativa o qualitativa, una qualunque condizione dell'entità osservata (Giupponi, 1998; Benedetti e Bertoldi, 2000), sia con funzione conoscitiva, sia come base per gli interventi di Decision Maker. Qualsiasi parametro può essere un indicatore purchè possa essere interpretato in chiave valutativa favorendo così l'analisi di situazioni complesse, la rappresentazione sintetica del comportamento di un'entità nonché il trasferimento di informazioni ad organi decisionali.

Agli indicatori si chiede, oltre che rappresentare lo stato dei nostri sistemi, di orientare i sistemi di governo e i programmi d'azione nonostante essi abbiano un pur minimo contenuto soggettivo, influenzato dalla formazione dell'operatore che ne fa uso. La loro valutazione va quindi associata ad una stima, denominata criterio, che rappresenta l'interfaccia tra sistema fisico studiato e operatore (sistema uomo).

La relazione fra indicatori ed entità da studiare, le potenzialità descrittive e le comparazioni spazio temporali delle indicazioni ottenute sono molto delicate. E' opportuno definire i termini che sono spesso fonte di confusione, discutendo gli eventuali accorgimenti da adottare per il corretto uso degli indicatori.

L'OECD (1999) definisce:

- parametro, una proprietà del sistema in studio misurabile in modo diretto;
- indicatore, valore derivante dal parametro e mediante il quale è possibile ottenere informazioni;
- indice, aggregazione di indicatori e relative indicazioni (figura 1).

Secondo Malcveschi (1984), gli indicatori possono essere suddivisi in tre grandi gruppi:

- indicatore di stato, inteso come una caratteristica del sistema;
- indicatore di processo (causa, effetto, sintomo) che rappresenta la conseguenza di un determinato aspetto dell'entità studiata. Quest'indicatore descrive con prontezza e fedeltà i cambiamenti subiti dall'entità (frana, erosione, ecc);
- indicatore di co-occorrenza statistica, il quale non è direttamente correlato con l'entità studiata. Attraverso questo indicatore possono essere avanzate previsioni dello stato del sistema in questione (minore ampiezza della SAU contro intensificazione degli ordinamenti produttivi).

Prima di procedere all'impiego di un indicatore è quindi opportuno far fronte al soddisfacimento empirico per gli indicatori di stato e di processo e alla valenza convenzionale per gli indicatori di co-occorrenza statistica.

1.1 Caratteristiche degli indicatori

Gli aspetti che influenzano le potenzialità d'impiego degli indicatori sono legati tanto alle loro proprietà che alla loro rilevanza politica. Un buon indicatore dovrebbe essere rappresentativo, ossia correlabile con il fenomeno da controllare, facilmente misurabile ed avere un'adeguata valenza analitica intesa come base tecnico-scientifica di modelli standard internazionali. Altre caratteristiche degli indicatori sono la precisione e la chiarezza delle informazioni ottenute, ma anche la sensibilità intesa come capacità di descrivere prontamente i cambiamenti spaziotemporali. Uno dei limiti degli indicatori è sicuramente la valutazione da attribuirne a ciascuno.

L'interpretazione fisica ("peso") da assegnare all'informazione ottenuta che risulta altamente soggettiva con valenza politica-culturale più che tecnico-scientifica.

1.2 Scelta degli indicatori

Dal punto di vista operativo la scelta di un indicatore deve tenere conto dello specifico obiettivo prefissatosi nell'indagine. La scelta segue un primo criterio di ammissibilità in funzione dello scopo da perseguire, subordinato, secondo Malczewsky (1999) ai principi di comprensibilità e misurabilità. L'obiettivo fornisce direttive ben precise sia sul monitoraggio dei dati, sia sul tipo e numero di variabili necessarie all'elaborazione dell'indicatore. Una scelta sbagliata può influenzare l'aderenza dei risultati alla realtà, portando ad una valutazione relativa più che assoluta (Stöckle et al., 1994).

Occorre stabilire dunque il giusto tipo e numero di indicatori necessari per raggiungere i traguardi prefissati.

Qualora si perseguisse come scopo la descrizione o l'evoluzione del sistema nel tempo si prediligeranno indicatori di stato; per l'analisi del comportamento del sistema si sceglieranno indicatori diagnostici; indicatori di compatibilità ambientale, nel caso si voglia confermare il raggiungimento di standard prefissati.

Queste categorie si rifanno alla classificazione di Carlise (1972) che suddivide gli indicatori in:

- informative indicator
- problem-oriented indicator
- programme-evaluation indicator.

1.3 Gli indicatori Agro-Ambientali nel modello DPSIR

In un contesto agro-ambientale gli indicatori sono usati per valutare non tanto la convenienza economica delle scelte operate dagli agricoltori, quanto le "esternalità", cioè i fenomeni esterni al mercato. La stima delle "esternalità" attraverso gli indicatori è la valutazione dell'impatto ambientale che le tecniche agronomiche hanno sul sistema agricolo (Bechini et al. 2001). Gli indicatori agro ambientali, infatti, contribuiscono a trasferire i dati fisici ed economici sulle attività umane e sulle condizioni dell'ambiente in informazioni utili a livello decisionale. Essi, fornendo informazioni sugli effetti che le pratiche agronomiche hanno sull'ambiente, pongono spunti riflessivi finalizzati alla revisione delle misure agroambientali.

Lo studio degli ecosistemi, mediante indicatori, fa riferimento al modello PSR proposto da Anthony Friend negli anni 70. Tale modello Pressione-Stato-Risposta (PSR) evidenzia le relazioni tra sistemi ambientali e attività antropiche. Esso è basato sul concetto di causalità: le attività umane esercitano pressioni sull'ambiente e modificano la qualità e la quantità delle risorse, cioè lo stato dell'ambiente. Le risposte della società a tali cambiamenti avvengono attraverso politiche ambientali, economiche e settoriali, determinando un ciclo retroattivo con le pressioni e determinando altre attività e altri impatti sull'ambiente. Questo modello si basa sul concetto di causa/effetto e prevede una serie di indicatori ambientali suddivisi in:

- indicatori di pressione, ossia le attività umane che costituiscono fonti di pressione sui vari comparti ambientali. Tra questi indicatori troviamo l'uso del territorio, di acqua e di energia;
- indicatori di stato, cioè la qualità dell'ambiente e le sue alterazioni;
- indicatori di risposta, provvedimenti atti a migliorare lo stato dell'ambiente.

Nel 1995 l'Agencia Europea per l'Ambiente (EEA) modificò il modello PSR in DPSIR (Driving Force, Pressure, State, Impact and Response) (Jesinghaus, 1999).

Nel nuovo modello, ai precedenti indicatori vennero aggiunti:

- indicatori di cause primarie (Driving Force), intesi come settori economici e attività umane che inducono le pressioni (sviluppo demografico, modelli di produzione e consumo, crescita della domanda delle risorse);
- indicatori di impatto (Impact) che descrivono gli effetti sull'ecosistema e sulla salute umana, derivanti dai fattori di pressione ambientale.

Nel DPSIR dunque le Driving Force sono i processi socio-economici; le Pressure sono processi causati, quindi gli effetti delle Driving Force; gli States sono i mutamenti subiti dall'ambiente per effetto delle Pressure; gli Impacts sono le ripercussioni negative sull'ambiente e le Responses sono le decisioni e i provvedimenti politici come leggi, piani e direttive.

1.4 La legislazione Europea e i progetti sugli indicatori

Circa il 40% della superficie totale dell'Unione Europea è destinata all'agricoltura. A differenza dei sistemi naturali, dove le perturbazioni sono dovute a fluttuazioni meteo-climatiche, nei sistemi agricoli le perturbazioni sono da imputare alle azioni antropiche che inibiscono gli equilibri naturali a favore del processo produttivo. Da ciò deriva la sensibilità che le politiche della Comunità Europea hanno verso la tutela e la sostenibilità ambientale.

Il concetto di sostenibilità si è affermato, come obiettivo della PAC, già agli inizi degli anni 80. Col trattato di Amsterdam (17 giugno 1997) l'UE confermò l'impegno per migliorare e garantire l'efficacia della politica a favore di uno sviluppo sostenibile. Tale impegno fu poi sancito con la Comunicazione del 1999 "orientamenti per un'agricoltura sostenibile" (contenuta nel pacchetto di riforme comunitarie Agenda 2000). Questa comunicazione ribadiva l'obbligo di adottare misure per garantire regimi agroambientali rispettosi delle risorse naturali, attribuendo all'agricoltura rilevanza economica, ambientale e paesaggistica e fornendo anche lo spunto per la creazione di un set di indicatori ambientali. La comunicazione contiene un'esplicita richiesta ai Paesi membri di costruire un sistema di monitoraggio, reporting e valutazione basato sull'identificazione di opportuni indicatori statistici. Questi indicatori sono descritti nella Comunicazione intitolata "Indicatori agro-ambientali" (COM 2000 20 UE) e in "Informazioni statistiche necessarie per gli indicatori intesi a monitorare l'integrazione della problematica ambientale nella PAC" (COM 2001 144 UE). Attraverso queste

comunicazioni la commissione dell'Unione Europea definisce le linee guida per la valutazione e monitoraggio delle politiche agricole sulle risorse ambientali (Lazzerini et al., 2001).

Ad oggi, sono la riforma della PAC del 2003 e la Comunicazione COM 2006 508 le normative più recenti verso la sostenibilità ambientale ed è proprio a garanzia di queste riforme che gli indicatori si collocano come strumenti di misura della sostenibilità.

Questi due provvedimenti hanno supportato azioni di monitoraggio ambientale basandosi sulla lista stabilita dalla stessa Commissione Europea ("Towards Environmental Pressure Indicators for the UE", Eurostat, 1999) anche se si è ormai compresa la necessità di lasciare alle singole comunità l'autonomia di selezionare gli indicatori più adatti alla situazione locale per meglio rappresentare la specificità ambientale.

Sulla base di questa ampia libertà sono stati sostenuti progetti, nazionali ed internazionali, che dipartono da sintesi di analisi dell'OECD (organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico) e dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA).

Il progetto ELISA (Wascher, 1999- Environmental Indicators for Sustainable Agriculture) è stato, ad esempio, orientato a definire indici suddivisi in 5 temi: suolo, acqua, aria, biodiversità e paesaggio. Il progetto IRENA 2004 (Indicator Reporting on the integration of ENvironmental concerns into Agricultural policy) ha invece approfondito lo studio dei 35 indicatori identificati nella comunicazione UE (2000 e 2001) portando alla pubblicazione del rapporto Agriculture and Environment in EU-15 - The IRENA indicator report.

Il progetto PAIS (2002), pur avendo gli stessi obiettivi del progetto IRENA, ha proposto 115 indicatori suddivisi in 3 temi: paesaggio, pratiche agricole e sviluppo rurale.

A livello nazionale ricordiamo il progetto SINA, ad opera del Centro Tematico Nazionale Territorio e Suolo dell'APAT, nel quale vengono elaborati indicatori successivamente raggruppati da Nappi (2000) in tematiche sulla qualità dei suoli, la loro degradazione e contaminazione (ANPA, 2001). Indicatori di efficienza produttiva, stabilità e sostenibilità dell'ecosistema sono stati studiati nel progetto nazionale Vegineco (VEGetable INtegrated and ECOlogical production 1997-2001, Sukkl e Garcia Diaz, 2002).

Tutti questi progetti, seppur diversificati nell'elaborazioni degli indicatori, conseguono lo stesso obiettivo, rilevando l'importanza e il successo della vigilanza, del controllo e della valutazione delle politiche agricole.

2. Gli indicatori ambientali

A livello di agroecosistema l'uso di indicatori per l'analisi dei processi si basa su tre scale: azienda, sito e appezzamento (Pacini, 2002).

Per ogni scala possono essere usati indicatori sia di tipo abiotico che biotico. I primi, tramite rilevamento dei singoli parametri chimici-fisici, costituiscono l'approccio tradizionale allo studio ecosistemico. Meno diffusa e standardizzata è l'applicazione degli indicatori biotici. Attraverso quest'approccio le condizioni di un ecosistema possono essere valutate mediante parametri propri delle comunità biotiche, che costituiscono l'ambiente in studio e che risultano sensibili e selettivi nei confronti di azioni perturbatrici. Per ognuna delle scale scelte vengono infine attribuite valenze diverse alle informazioni ottenute dagli indicatori al fine di evitare fenomeni di compensazione che tenderebbero a falsare le rispettive indicazioni. Vari sono gli autori che si sono occupati di indicatori ambientali con lo specifico scopo determinare gli attributi di un sistema.

Lazzerini et al. (2001) ha scelto gli indicatori suddividendo l'ecosistema in sottosistemi ambientali: acqua, suolo, paesaggio e biodiversità Bockstaller e Girardin (2003) invece hanno calcolato indici Diversità Culturale (IDC) e Successione Culturale (ISC) su scala aziendale e indici di Stabilità Coltura del territorio (DBT) calcolati su scala territoriale. Tali approcci evidenziano quanto sia importante frammentare il sistema in studio così da ottenere risultati quanto più congrui alla realtà. Di seguito vengono esposti alcuni esempi di comparti e relativi indicatori.

2.1 Indicatori per il comparto aria

Per il comparto aria, gli indicatori forniscono informazioni sull'inquinamento atmosferico da polveri sottili, biossido di zolfo, monossido di azoto e pollini aereodispersi. Vengono anche monitorati fenomeni strettamente associabili a tecniche agronomiche quali derive associate a trattamenti fitosanitari, spandimenti di liquami e concimazioni.

2.2 Indicatori per il comparto idrologico

Per il comparto idrologico, si vanno a monitorare sia i corsi superficiali che le falde sotterranee. La valutazione dei corsi d'acqua prevede l'analisi della qualità biologica, attraverso identificazione del fitoplancton, delle macrofite, di macroinvertebrati e fauna ittica. La qualità idromorfologica prevede indicatori di continuità e lunghezza fluviale mentre indicatori di qualità fisico-chimica analizzano parametri di temperatura, salinità e pH. L'indicatore della lunghezza della rete scolante viene, ad esempio, calcolato mediante individuazione cartografica della rete permanente funzionante (canali, capofossi).

2.3 Indicatori di gestione aziendale

Fra gli indicatori usati per la gestione aziendale, c'è il numero di rotazioni delle colture e l'energia primaria, intesa come consumo di energia per ettaro ($Gj\ ha^{-1}$) derivante da input diretti (combustibile) e indiretti (fertilizzanti). Vengono anche valutati indicatori di consumo di acqua aziendale sia essa intesa come acqua d'irrigazione che come consumo idrico per l'allevamento. Per questo indicatore, il consumo totale di acqua viene calcolato come rapporto tra quantità di acqua impiegata (consumo irriguo) e il reale fabbisogno irriguo, sommato al consumo degli allevamenti. In particolare, il consumo irriguo viene calcolato a partire dalle specifiche pluviometriche degli impianti irrigui utilizzati, mentre il fabbisogno considera parametri quali: processo produttivo, ETP e piovosità (della zona di ubicazione dell'azienda) oltre che le caratteristiche del suolo.

2.4 Indicatori di biodiversità

La biodiversità è valutata effettuando campionamenti a livello aziendale. Attraverso questi campionamenti sono valutabili indicatori di copertura boschiva e lunghezza delle siepi ma anche indicatori per il numero di specie erbacee totali e l'indice di diversità di Shannon per le specie erbacee (Farina, 1993). Quest'ultimo indicatore rappresenta la distribuzione spaziale ($n\ ha^{-1}$) delle colture erbacee all'interno dell'azienda. L'indicatore di copertura boschiva valuta invece la superficie coperta a bosco in relazione al totale di area agricola usata (SAU). La valutazione delle infrastrutture ecologiche (siepi) prevede una preliminare analisi mediante cartografia digitale seguita da sopralluoghi per l'identificazione del numero reale di specie presenti. L'indicatore è espresso come lunghezza delle siepi (m) su ettari di superficie (SAU).

2.5 Indicatori Paesaggistici

Questa tipologia di indicatori valuta la qualità paesaggistica dell'azienda in studio. Le informazioni ottenute sono valutate attraverso indicatori di percentuale di superficie aziendale lasciato ad habitat naturale (Smending, 1995) e l'indice di diversità colturale di Shannon, che valuta la diversità degli elementi del paesaggio.

3 Indicatori per il comparto suolo

Gli indicatori per il comparto suolo, ampiamente approfonditi nella presente ricerca, meritano maggiori approfondimenti considerando anche la consapevolezza che hanno gli organi decisionali circa la protezione del suolo. Nel COM (179 2002) dal titolo “Verso una strategia tematica per la protezione del suolo” vengono tracciate le linee strategiche per una politica di salvaguardia del suolo nei prossimi anni.

Il suolo è un’entità complessa dove hanno sede interazioni tra componente biotica e abiotica, processi di degradazione e riciclo della sostanza organica. L’intensificazione delle attività agricole, intesa come pressione antropica sull’ambiente, risultano la principale causa di degradazione del suolo con conseguente riduzione della sua funzionalità e biodiversità. È proprio la degradazione del suolo che ha posto le basi per il monitoraggio attraverso l’uso di indicatori.

3.1 Indicatori per la qualità del suolo

Gli indicatori del suolo ne valutano la qualità e la “salute”, data la convinzione che esso è una componente vitale della biosfera per il mantenimento della qualità ambientale a livello locale e globale (Glanz, 1995).

I concetti di qualità e salute del suolo, pur essendo molto simili, vanno ben distinti per la differente valenza ecologica-ambientale che essi hanno. Mentre la qualità, secondo Doran e Parkin (1994), è la capacità che ha il suolo d’interagire con l’ecosistema per mantenere la produttività biologica e la qualità ambientale, la salute è un concetto ecologico che relega il ruolo ad organismo vivente e dinamico. Tutte queste proprietà sono legate tanto al concetto di capacità del suolo di “funzionare”, legato alle sue caratteristiche strutturali, quanto al concetto dinamico di “fitness for use”, cioè l’influenza delle attività umane sul suolo.

La valutazione di questi due aspetti avviene attraverso l’impiego di indicatori statici e dinamici che mettono in evidenza gli effetti della gestione del suolo sulle sue proprietà. Poiché la qualità e lo svolgimento delle funzioni del suolo dipendono dall’interazione degli aspetti chimico-fisici e biologici, i parametri indicatori devono essere legati a tali aspetti e l’interpretazione deve tener conto di una valutazione integrata dei parametri misurati.

3.2. Indicatori statici per la qualità del suolo

Gli indicatori statici o all'equilibrio sono valutazioni del cambiamento della qualità del suolo nel lungo periodo. Parametri di tipo fisico e chimico sono indicazioni indispensabili per inquadrare lo stato del sistema suolo. Tra gli indicatori fisici ricordiamo la determinazione della tessitura come valutazione della ritenzione e disponibilità di acqua e nutrienti nell'ecosistema. Altri indicatori fisici sono l'umidità e la temperatura del suolo i cui valori vincolano e influenzano l'attività microbica edafica.

Fra gli indicatori chimici, invece, ci sono il pH e la conducibilità elettrica, come fattori direttamente correlati alla solubilizzazione degli elementi nutritivi e quindi alla loro disponibilità. Altri indicatori chimici sono il contenuto di sostanza organica e il rapporto Carbonio organico/N totale (Corg/Ntot). Il contenuto di sostanza organica viene usato al fine di una valutazione oggettiva di fenomeni di depauperamento o arricchimento dovuti all'attività agricola e viene calcolato tramite analisi chimiche (metodo Walkley e Black) oppure come stima di bilanci input/output. Fra gli input sono da annoverare i residui colturali, i sovesci e le letamazioni. Fra gli output ricordiamo le perdite di suolo per effetti di erosione. L'indicatore derivante dal rapporto tra Corg/Ntot (secondo metodi di analisi previsti D.M. del 01/08/97 e D.M. del 13/09/99) fornisce un'idea dei processi di trasformazione della sostanza organica del suolo.

3.3 Indicatori dinamici per la qualità del suolo

Nello studio della qualità del suolo, oltre ai classici parametri chimici-fisici, assumono importanza indicatori direttamente correlabili alla quantità e qualità della sostanza organica. Oltre agli indicatori statici sono stati perciò sviluppati indicatori di tipo dinamico, come descrittori di perturbazioni nel breve periodo. Questi indicatori sono legati alla disponibilità della sostanza organica, alla sua solubilità, al suo grado di evoluzione, intesa come sommatoria dei processi di degradazione ed umificazione. Questi sono tutti processi da imputarsi all'azione della componente biologica del suolo, intesa come la misura diretta dell'attività microbica e della composizione della microflora edafica. Gli indicatori dinamici sono di solito organismi biologici più o meno sensibili alle perturbazioni ambientali e che prendono il nome di bioindicatori. Le complesse interazioni che caratterizzano la fauna edafica e la stabilità della composizione delle comunità microbiche del suolo, sono punti di partenza per la biondificazione, consentendo di quantificare i cambiamenti delle proprietà del suolo (van Straalen, 1998).