

**INDICATORI AMBIENTALI E LORO
RAPPRESENTAZIONE GRAFICA**

Ing. Federico Bo

Tutor: Dr. Giovanni Michele Pompejano

Prefazione

Il maggior numero delle idee deriva dagli intelletti degli uomini associati nella tradizione e nello scambio del sapere comune e dei comuni errori. Ed è così che la scienza può arricchirsi facendola nascere dal mondo delle cose e dal mondo della storia, tenendo presente che il progresso, si vale del suo pluralismo. Più sono le idee in libera competizione fra loro, più solida può diventare la garanzia di sviluppo della società. Ecco la “globalizzazione” a noi più cara. La nazione degli uomini studiosi è una sola : è la nazione delle intelligenze, che comunica in tutte le lingue, al di sotto di essa sta una moltitudine divisa in mille patrie discordi, in fazioni miopi. L’intelligenza si muove al di sopra di questo pelago e le prove più alte del progresso transitano tra gli accordi ed i disaccordi degli uomini, in un processo comune di analisi che si identifica, appunto, come «analisi delle menti associate».

In questo spirito l’ing. Federico Bo ha contestualizzato il presente lavoro, dove era necessario rappresentare una modalità di monitoraggio ambientale capace di cogliere gli aspetti spaziali, identificare i meccanismi di vulnerabilità da identificare tra le dinamiche dei processi, al fine di poter supportare l’azione amministrativa locale, mediante l’uso di strumenti con modalità semplificata. Il progetto APAT (Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici) **Piccoli Comuni**, nell’ambito del Servizio per la Promozione della Formazione Ambientale, è proteso, appunto, alla diffusione delle informazioni relative allo stato dell’ambiente a livello locale per i comuni con meno di 2000 abitanti. Queste civiche realtà hanno sempre confermato l’intendimento di orientarsi verso la valorizzazione del territorio attraverso strategie capaci di governare i processi di crescita con interventi di Formazione Ambientale congiuntamente all’ausilio dell’informatica e della rete. E’ però necessario evidenziare che l’integrazione degli aspetti ambientali in tutte le politiche di governo, posta in passato come esigenza primaria di una politica di

tipo preventivo, ha acquisito negli ultimi anni un peso sempre crescente, fino a diventare l'asse fondamentale delle politiche di sviluppo. In un sistema caratterizzato da una molteplicità di livelli decisionali con significativi margini di autonomia, l'integrazione della dimensione ambientale nel processo decisionale pubblico richiede un approccio partecipato, che coinvolga attivamente tutti i soggetti interessati e che li metta in grado di svolgere il proprio ruolo in maniera informata, consapevole e responsabile, giacché, Ambiente ed Economia rappresentano aree chiave per un modello di crescita atteso dalla società contemporanea, dove la cultura si colloca in una dimensione trasversale con l'impegno legato alla integrazione tra politiche e competenze, in pieno spirito di sussidiarietà tra i molteplici soggetti coinvolti.

Giovanni Michele Pompejano

Abstract

L'informazione ambientale è uno degli elementi fondamentali per la realizzazione di uno sviluppo sostenibile ed eco-compatibile: essa deve essere considerata uno strumento essenziale non solo per comunicare lo stato dell'ambiente ai decisori politici ma anche per promuovere una rinnovata consapevolezza nell'opinione pubblica, chiamata ad assumere un ruolo attivo nei processi decisionali che riguardano le tematiche ambientali. Non solo. Le direttive internazionali degli ultimi anni, a partire dall' Agenda 21 elaborata nel 1992 dalle Nazioni Unite e proseguendo con le indicazioni dell'Unione Europea, sottolineano il ruolo centrale degli enti locali come motore delle politiche di gestione ambientale in quanto la vicinanza con i problemi concreti del territorio può portare più facilmente alle soluzioni.

In quest'ottica il progetto **Piccoli Comuni** dell' APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici), al cui interno è stata elaborata questa tesi, si propone di fornire ai comuni italiani con meno di 2.000 abitanti, realtà spesso custodi di ricchezze storiche e naturali, degli strumenti, come la raccolta di indicatori ambientali on-line *Ecocatasto*, che guidino gli amministratori locali nelle decisioni sulla gestione degli aspetti ambientali, economici e sociali delle loro comunità.

Il percorso ideale di questa tesi vuole accompagnare il lettore in un breve viaggio attraverso alcune delle nuove forme – in particolare gli indicatori ambientali e la loro rappresentazione grafica - che la comunicazione ambientale deve assumere per poter garantire la massima accessibilità, comprensibilità e fruibilità, e quindi, in definitiva, per trasformare l'*informazione* in *conoscenza*.

Nel primo capitolo viene fornito un quadro generale delle definizioni e degli obiettivi che si prefigge la moderna visione del *reporting* ambientale anche attraverso i riferimenti alle più recenti ed importanti direttive nazionali ed internazionali sul tema più

generale dello sviluppo sostenibile. Si focalizza quindi l'analisi sugli indicatori ambientali, uno degli strumenti più efficaci per fornire informazioni sintetiche sullo stato di un determinato ambiente e sulla sua evoluzione. Gli indicatori e gli indici compositi costituiti dall'aggregazione di più indicatori devono essere la base per individuare situazioni di degrado, per intraprendere le azioni ritenute opportune e per monitorare le conseguenze di tali azioni. Per essere uno strumento efficace la loro scelta ed il loro utilizzo deve essere inserito in un quadro concettuale rigoroso per garantire i requisiti di scientificità, riproducibilità ed affidabilità; i modelli PSR (Pressioni, Stato, Risposte) e DPISR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatto, Risposte) sono tra i *frameworks* più usati in campo internazionale per ciò che riguarda gli indicatori mentre per la costruzione di indici aggregati la metodologia proposta dal JRC (*Joint Research Centre* della Commissione Europea) rappresenta la proposta più completa allo stato attuale: essa sarà l'argomento dell'ultimo paragrafo del primo capitolo.

La rappresentazione grafica degli indicatori e degli indici rappresenta il tema del secondo capitolo. Gli ultimi sviluppi delle neuroscienze hanno confermato l'attitudine della mente umana a creare mappe mentali della realtà; tale modellizzazione interna, unita alle particolari caratteristiche della percezione visiva dell'essere umano, spiega perché le rappresentazioni grafiche costituiscano uno strumento particolarmente efficace per trasmettere informazione. Nei primi paragrafi viene compiuto un rapido *excursus* storico riguardante il concetto di visualizzazione dell'informazione e la nascita e lo sviluppo di grafici e diagrammi; vengono messi in evidenza i vantaggi di tali strumenti rispetto all'utilizzo esclusivo della parola scritta: la presenza di dimensioni addizionali alla rappresentazione dell'informazione, la possibilità di usare forme, colori e sfumature che permettono un'opera di sintesi e di analisi dal grande impatto informativo, contribuendo

all'evidenziazione di molti aspetti di un problema a partire dai medesimi dati ed alla scoperta di nuove relazioni tra i dati stessi.

Dopo una descrizione del progetto **Piccoli Comuni** e degli indicatori ambientali da esso utilizzati viene fornito un esempio di utilizzo di grafici 'radar' per la visualizzazione di indici aggregati.

L'importanza data alla visualizzazione degli indicatori ambientali è sintetizzata dalla presentazione di diverse proposte innovative frutto di organizzazioni internazionali presentate nel paragrafo 2.5: una particolare attenzione viene posta al *Dashboard of Sustainability*, un tool gratuito e personalizzabile creato dal *Consultative Group on Sustainable Development Indices (CGSDI)* – ne viene proposto un adattamento al progetto **Piccoli Comuni** - usato per rappresentare e confrontare le situazioni (ambientali e non) di nazioni, città e di qualunque *corpus* sociale ed economico.

Ispirandosi a queste idee nell'ultimo paragrafo viene proposto un grafico per la visualizzazione di indicatori ed indici ambientali nel contesto del progetto **Piccoli Comuni**, denominato 'semaforo ambientale', grafico in grado di trasmettere un'informazione immediata sullo stato delle risorse naturali e delle attività antropiche di un comune, permettendo anche un *benchmarking* sia spaziale, con medie provinciali per esempio, sia temporale, analizzandone l'evoluzione attraverso gli anni.

Abstract (English)

Environmental information is one of the fundamental instruments needed for the realisation of a sustainable and eco-compatible development: as such it must be considered to be essential not only to communicate to decision-makers about the state of an environment, but also to convey a deeper knowledge to the public mind and to call people up to play an active role in the decision-making processes regarding their environmental issues.

Many international directives of the past years, beginning with Agenda 21 elaborated by the United Nations in 1992 and the following indications that were set up by the European Union, emphasize the role of local authorities as a motor of environmental policies since their closeness to actual problems in their territories can more easily reach solutions.

On these premisses the APAT (Agency for Environment Protection and for Technical Services) project under the title of Small Municipalities project, is determined to supply all Italian municipalities with fewer than 2.000 inhabitants - many of which are often custodians of historic and natural patrimony - with new valuable tools such as the database of environmental indicators (Ecofasto), that will efficiently guide local politicians (authorities) in decision-making of environmental, economic and social matters in their communities.

The ideal structure of this thesis would be to accompany the reader on a short journey along some of the new forms- in particular environmental indicators and their graphical representations - that environmental communication should adopt to be able to guarantee their maximum of accessibility, understanding and usability, and that therefore, will eventually also succeed in transforming information into knowledge.

The first chapter introduces a general picture of definitions and targets that describe a modern vision of environmental reporting also with references to the most recent and important national and

international directives on the rather general subject called sustainable development. The analysis focuses on environmental indicators, one of the most effective instruments to supply synthetic information on the state of a certain environment and its evolution. Indicators and indices, composed by the aggregation of a number of indicators, must be the basis for identifying situations of degradation, initiating opportune counter-actions and monitoring the consequences of these actions.

In order to be an effective instrument, the choices and the use of these indicators must be inserted into a rigorous conceptual framework that meet scientific reproducibility and reliability requirements. Scientific models like PSR (Pressures, State, Answers) and DPISR (Driving Forces, Pressures, State, Impact, Answers) are among the frameworks most commonly used by the international community in terms of indicators, while for the construction of aggregate indices the most complete proposal today in terms of methodology is represented by the JRC (Joint Research Centre of the European Commission); this method will be described in detail in the last paragraph of the first chapter.

The graphical representations of indicators and indices are dealt with in the second chapter. The latest studies of neurological scientists have confirmed the attitude of the human mind to create mental maps of reality; this interior modelization joined to the particular characteristics of the human visual perception, explains why the graphical representations constitute a particularly effective instrument to transmit information.

The first paragraphs draws a brief historical review of the concept of visualization of information and the beginnings and the development of diagrams and graphics. The advantages of such instruments are set in evidence comparing them to the mere use of the written word: diversifying the dimensions of this mere representation of information, by means of different shapes, colors and shadings, allow a work of synthesis and analysis of a strong informative impact. They contribute to highlight many aspects of a

problem, starting from the most simple data up to the discovery of new relationships between these data.

After a description of the Small Municipalities project and the review of the commonly used environmental indicators, will follow an example of the application of the so called radar diagrams on behalf of the visualization of indices. The vital importance of the visualization of environmental indicators has been proven by various innovative proposals of international organizations as presented in paragraph 2.5: particular attention is given to the Dashboard of Sustainability, a customizable free tool created by the Consultative Group on Sustainable Development Indices (CGSDI) may be used to individuate and compare environmental (and other) situations between different nations, cities and all kinds of social and economic communities. An adaptation of this tool to the Small Municipalities project is outlined.

Inspired by these ideas the last paragraph proposes a graphic for the visualization of environmental indicators and indices especially tailored for the Small Municipalities project. This environmental traffic light describes a graphic which can transmit immediate information on the state of the natural resources and the anthropic activities of a certain municipality, allowing both a spatial benchmarking (e.g. with provincial averages) as well as a temporal one (e.g. an analysis of their evolution over time).

Sommario

Prefazione	2
Abstract	4
Abstract (English)	7
Sommario	10
Introduzione	11
Metodologia	13
Capitolo 1	14
L'informazione ambientale, gli indicatori ambientali e gli indici aggregati	14
1.1 Introduzione - Reporting ambientale	14
1.2 Linee guida e direttive nazionali ed internazionali per l'informazione ambientale	17
1.3 Gli indicatori ambientali e gli indici aggregati.....	19
1.4 Costruzione degli indici aggregati – Metodologia JRC	24
Capitolo 2	28
I grafici nella comunicazione ambientale – Il semaforo ambientale	28
2.1 Introduzione.....	28
2.1.1 Cenni storici	29
2.1.2 Definizione e principali vantaggi dell'uso di grafici e diagrammi	32
2.2 Grafici ed indicatori ambientali	33
2.2 Il progetto “Piccoli Comuni” - La banca dati Eco-Catasto	36
2.3 I grafici radar	39
2.4 Nuove tipologie di grafici e diagrammi ambientali	44
2.4.1 Il Dashboard of Sustainability.....	47
2.5 Il semaforo ambientale.....	54
Conclusioni	62
Appendice A	63
Bibliografia	67
Siti Internet	68
Riferimenti Iconografici	69

Introduzione

L'informazione può essere vista come un organismo affascinante, non genetico ma *memetico*¹, che vive in ambiente diversi: dalla carta dei giornali agli schermi dei computer, dai video degli apparecchi multimediali alle pagine dei libri alle parole che volano attraverso la voce di mente in mente. L'informazione si auto-costruisce e si auto-alimenta da sempre ma oggi ha trovato nelle nuove tecnologie e nella ragnatela del Web un territorio che le permette una crescita vertiginosa e per certi versi incontrollabile.

Ma questa informazione evolutasi in un *cyborg* digitale apparentemente amichevole può essere ancora fonte di *conoscenza*? “Il mezzo è il messaggio” scriveva più di quarant'anni fa Marshall McLuhan. Il problema ora è: riusciamo a far sì che questo turbine di informazioni non ci investa come una tempesta gelida, trasformandoci in statue di ghiaccio, passive, in attesa degli eventi e del nostro futuro scioglimento? Possiamo evitare che le innovazioni tecnologiche ci forniscano una enorme mole di dati e notizie che risultano alla fine sostanzialmente sterili proprio a causa del loro numero? Possiamo sviluppare strumenti che consentano di filtrare la qualità dalla quantità, di “estrarre i diamanti dall'argilla”² per citare il titolo di un saggio del fisico Murray Gell-Mann? E possiamo far sì che tali strumenti siano accessibili e fruibili da tutti?

L'informazione ambientale è il banco di prova ideale ed ineludibile per trovare risposte ai quesiti che ci siamo posti. Le alterazioni prodotte dall'uomo sull'ambiente ma anche la maggiore conoscenza dei cicli naturali rendono necessari nuovi modelli di sviluppo, più sostenibile, più etico sia nel presente, attraverso una redistribuzione della ricchezza, sia nel futuro per lasciare alle prossime generazioni un ecosistema non degradato; le strategie per

¹ Il *meme* è l'unità elementare di informazione analoga al corrispettivo biologico, il *gene*. Si veda “Il gene egoista” di Richard Dawkins, Mondadori, 1994

² cit. in Von Baeyer, 2005

ottenere ciò si devono basare sul coinvolgimento di tutti gli attori presenti sulla scena: non solo i governi, gli organismi internazionali, la finanza e la grande industria ma anche e soprattutto le realtà locali, le comunità, i cittadini.

Per generare consapevolezza e per trasformare l'informazione in molla propulsiva di azioni e proposte è necessario mettere al servizio di tali obiettivi gli strumenti tecnologici, metodologici e culturali creati negli ultimi anni.

In questa tesi, che si sviluppa all'interno del progetto **Piccoli Comuni** dell' APAT, si vogliono presentare brevemente alcuni di questi mezzi: gli indicatori ambientali e gli indici aggregati che costituiscono, se usati in un contesto metodologico rigoroso, uno strumento conoscitivo efficace, sintetico e facilmente comprensibile. Accompagnati da nuove forme di visualizzazione grafica che si adattino alla loro naturale sintesi comunicativa essi diventano un potente e versatile strumento al servizio della comunicazione ambientale.

Metodologia

Gran parte delle ricerche sono state effettuate tramite Internet e dunque sono stati riportati in Bibliografia e nei Riferimenti Iconografici i siti in cui le varie fonti sono state reperite.

Per la creazione dei grafici si è usata la suite Microsoft Office 2003 ed in particolare – dato il suo utilizzo come “fonte dati” del progetto **Piccoli Comuni** - il programma Excel; si sono scritte macro nel linguaggio Visual Basic for Applications per ottenere i risultati voluti a partire da oggetti grafici standard esistenti: un esempio di codice è riportato in Appendice A.

Le traduzioni dei testi inglesi originali citati sono dell'autore di questa tesi così come sono opera dell'autore le figure prive di riferimenti iconografici.

La versione inglese dell'Abstract è stata realizzata insieme ad Holger Lenz e Michael Cameron.

Capitolo 1

L'informazione ambientale, gli indicatori ambientali e gli indici aggregati

1.1 Introduzione - Reporting ambientale

Con l'espressione "reporting ambientale" si intende una descrizione dello stato attuale di un determinato ambiente e della sua prevista evoluzione futura in base alle scelte compiute; tale rappresentazione può essere utilizzata come promozione ed ausilio per processi di *governance*, come valido riferimento scientifico e come informazione rivolta ai cittadini per aumentare il grado di consapevolezza pubblica sulle ragioni e sui metodi di uno sviluppo sostenibile.³

Una definizione molto incisiva anche se generica di sviluppo sostenibile (o sostenibilità) fornita dal *World Commission on Environment and Development* indica:

"...la necessità di assicurare la soddisfazione nel presente senza compromettere la possibilità alle future generazioni di realizzare la propria"⁴

mentre il *World Conservation Union* dice che lo sviluppo sostenibile è quello che garantisce:

"il soddisfacimento della qualità della vita, mantenendosi entro i limiti della capacità di carico degli ecosistemi che la sostengono."⁵

Le linee guida sullo sviluppo sostenibile illustrate da documenti come l'Agenda 21 (vedi § 1.2) delle Nazioni Unite incoraggiano

³ Arpac – Formez, 2004

⁴ cit. da Centre d'Estudis d'Informació Ambiental, 1999

⁵ Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2004

strategie d'informazione che stimolino la partecipazione dei singoli cittadini e delle comunità (a partire da quelle locali) ai processi decisionali che riguardano il territorio d'appartenenza. Uno degli obiettivi che si intendono perseguire è il ribaltamento del tradizionale approccio *top-down*, in cui le decisioni vengono prese prevalentemente dal governo centrale, e l'appoggio ad un sistema *bottom-up* in cui le amministrazioni locali siano spinte a coinvolgere e promuovere la partecipazione delle comunità nell'individuazione delle criticità ambientali, nella definizione delle priorità e delle modalità d'intervento.

L'importanza degli Enti locali è sancita quindi a livello internazionale, in particolare dall'Unione Europea che rileva come essi siano:

- i più vicini ai problemi
- i più vicini alla popolazione
- i più vicini alle possibili soluzioni⁶

Naturalmente è altresì necessario che si interagisca e si collabori con le altre entità coinvolte (amministrazioni centrali ed altre amministrazioni locali, esperti dei vari settori interessati, pubblici e privati) in modo che la spinta propositiva partita dal basso si espanda sia verticalmente verso le istituzioni di più alto livello sia orizzontalmente verso altri Enti locali e verso gli appartenenti alla comunità.

Per realizzare questo intento vi è la necessità di gestire, filtrare, sintetizzare e sistematizzare il sovraccarico di informazione, cresciuta in quantità e disponibilità ma non in grado, se non trasformata in conoscenza, di prevenire e risolvere i problemi ambientali, a loro volta soggetti ad un'accelerazione di scala ed intensità senza precedenti.⁷

⁶ Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2004

⁷ Centre d'Estudis d'Informació Ambiental, 1999

Lo scopo della comunicazione ambientale ha dunque subito un'evoluzione: da informazione rivolta essenzialmente ai decisori di alto livello per la valutazione e l'elaborazione di piani e progetti a strumento di attivazione, coinvolgimento e partecipazione a tutti i livelli, primo tra tutti quello locale. La scelta dei linguaggi con i quali questa comunicazione deve avvenire è estremamente importante e delicata perché a volte gli obiettivi risultano in contrasto tra di loro: la semplicità e l'immediatezza possono essere requisiti importanti per la divulgazione al grande pubblico, la completezza, l'accuratezza e la rigorosità scientifica sono indispensabili per chi deve prendere decisioni e per i tecnici che tali decisioni devono concretizzare.

Vi sono poi casi in cui i decisori non possono avvalersi dell'aiuto di esperti per analizzare i dati in loro possesso ed elaborare soluzioni: per esempio gli amministratori di piccole comunità sono spesso costretti a dover prendere da soli decisioni in situazioni molto complesse, in cui i dati sono assenti o di difficile reperibilità (o al contrario sono presenti in numero eccessivo) e le informazioni sono spesso ambigue e difficilmente interpretabili.

Proprio per fornire un aiuto ed una fonte informativa agli amministratori (ma non solo) delle piccole ma preziose realtà del nostro Paese è nato e si sviluppa il progetto **Piccoli Comuni**⁸ dell'APAT; la necessità di reperire l'informazione, di filtrarla eliminando ridondanze, di presentare i dati in modo semplice ma accurato, di visualizzarli in modo da ottenere un alto impatto informativo sono obiettivi che descrivono la prima fase del progetto, la redazione dell' *Ecocatasto*, archivio informatico facilmente consultabile on-line in cui viene usato lo "strumento" degli indicatori per fornire un quadro sintetico della situazione di ogni comune al di sotto dei duemila abitanti.

Nel paragrafo successivo esamineremo brevemente le linee guida e la cronologia di alcune Carte e direttive in ambito nazionale ed

⁸ si veda il § 2.2 e soprattutto il sito web del progetto **Piccoli Comuni**.

internazionale sul tema dell'informazione ambientale. Quindi presenteremo, sempre in maniera sintetica, gli indicatori ambientali e gli indici aggregati ed una delle modalità suggerite per la loro costruzione.

1.2 Linee guida e direttive nazionali ed internazionali per l'informazione ambientale

La storia della nascita del concetto di sviluppo sostenibile e quella degli indicatori ambientali come strumento per monitorare e guidare tale sviluppo sono strettamente intrecciati; infatti l'invito che viene rivolto dall' Agenda 21 delle Nazioni Unite è che:

“Gli Stati, a livello nazionale, e le organizzazioni governative e non governative, a livello internazionale, dovrebbero sviluppare il concetto di indicatore di sostenibilità per una sua concreta identificazione.”⁹

Nel 1992 durante il summit di Rio de Janeiro viene presentata l'Agenda 21 (Programma Globale di Azione sullo Sviluppo Sostenibile) che **sintetizza le azioni specifiche e le strategie da realizzare su scala globale, nazionale e locale da parte dei paesi firmatari in ogni area in cui l'attività umana danneggia l'ecosistema.** In particolare indica la necessità di ogni Autorità locale di elaborare una **Agenda 21 Locale** per la comunità e per favorire uno sviluppo equo e durevole.¹⁰

Sulla scia di questo documento nel 1994 prende avvio, con la Carta di Aalborg, la Campagna delle Città Europee Sostenibili che si propone di perseguire politiche ecosostenibili per l'ambiente

⁹ United Nations – Division for Sustainable Development: *Agenda 21*, Capitolo 40. cit. in Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2004

¹⁰ Fonte A21ItalyServer

urbano grazie anche ad una continua attività di orientamento, di confronto e di scambio di informazioni.¹¹

La Convenzione di Aarhus (1998) stabilisce il “dovere” di creare una diffusa conoscenza sui problemi ambientali sostenendo che le autorità pubbliche sono tenute a rendere disponibili le informazioni relative all’ambiente a qualsiasi persona, fisica o giuridica che ne faccia richiesta, senza che questa debba dimostrare il proprio interesse.¹²

A livello europeo la Direttiva 4/2003/CE definisce i concetti di “informazione ambientale”, di “autorità pubblica” e di richiedente, la necessità di chiarire le modalità, i criteri e i tempi dell’accesso, la diffusione dell’informazione ambientale, i contenuti, e, in particolare, la qualità dell’informazione: **ne vengono messe in risalto le esigenze di accesso e comprensibilità e viene stimolato l’uso di tecnologie informatiche per garantire la massima accessibilità e fruibilità.**¹³

In Italia il primo passo per inserire nelle attività istituzionali le tematiche ambientali si ha con la nascita del Ministero per l’Ambiente (ora Ministero per l’Ambiente e della Tutela del Territorio) nei primi anni ’90. L’integrazione delle agenzie ARPA, ANPA (ora APAT) e APPA costituisce la condizione per rendere le Agenzie strumenti di supporto per gli Enti Locali in materia di informazione ambientale. Infine con la delibera CIPE 57/2002, “Strategia d’Azione Ambientale per lo Sviluppo Sostenibile in Italia”, il nostro paese si allinea con gli obiettivi, citati in precedenza, sanciti in sede internazionale ed europea.¹⁴

L’APAT in particolare ha recepito le linee guida della comunità scientifica che individuano negli indicatori ambientali strumenti particolarmente utili, capaci di fornire un’informazione

¹¹ Fondazione Lombardia per l’Ambiente, 2004

¹² Per il testo della Convenzione di Aarhus vedi il sito web:
<http://europa.eu.int/comm/environment/aarhus/>

¹³ Arpac – Fornez, 2004

¹⁴ Fondazione Lombardia per l’Ambiente, 2004

sintetizzando un certo numero di caratteristiche che forniscono una base per un primo giudizio, orientativo, sui vari aspetti e problemi oggetto di attenzione; ha quindi selezionato, scegliendo tra gli schemi dell'OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), dell'Eurostat e dell'EEA (Agenzia Europea per l'Ambiente), una serie di indicatori (circa 150) su 18 temi suddivisi in 4 ambiti principali (clima e atmosfera, natura e biodiversità, ambiente urbano, rifiuti), per ognuno dei quali viene proposto un numero diverso di indicatori.¹⁵

Nel prossimo paragrafo analizzeremo natura, funzioni ed utilizzo degli indicatori ambientali e degli indici aggregati.

1.3 Gli indicatori ambientali e gli indici aggregati

La comunicazione è la principale funzione degli indicatori: essi dovrebbero essere la sorgente informativa sul problema oggetto di studio. In particolare gli indicatori ambientali devono provvedere a fornire informazioni sui fattori (aria, acqua, economia, società ecc.) che influenzano la qualità dell'ambiente e la possibilità di sviluppo sostenibile,¹⁶ indicando per esempio il grado di *fragilità* (predisposizione a essere danneggiato) o di *elasticità* (capacità di recupero) degli elementi costituenti di un determinato territorio.¹⁷

L'utilità degli indicatori ambientali risiede nella capacità di fornire dati di sintesi in grado di guidare l'analisi sullo stato di un certo ambiente, di guidare processi decisionali in campo politico economico e sociale verso forme di sfruttamento più sostenibile del territorio e di monitorare le risposte a tali decisioni.

Inoltre essi possono essere letti con facilità anche dai non addetti ai lavori e possono quindi essere inseriti in progetti di informazione ambientale rivolta al grande pubblico.

¹⁵ ANPA, 2000

¹⁶ EEA, 1999

¹⁷ Diamond, 2005

La comunicazione richiede semplicità ma tale risultato è difficile da ottenere in un contesto eterogeneo come quello ambientale, contraddistinto da complesse interrelazioni tra le componenti naturali, sociali ed economiche; inoltre essi devono mantenere la loro neutralità rispetto ai vari soggetti che ne usufruiscono per non rischiare di diventare “munizioni” nelle mani di lobbies particolari, siano esse sostenitrici di associazioni industriali o ecologiste. Per ottenere questo scopo essi devono essere inseriti in un contesto scientifico e metodologico rigoroso, costruito con l’ausilio di diversi studiosi, in maniera interdisciplinare ed il più possibile indipendente. Essi devono fornire un contributo al dibattito ed un supporto alla risoluzione delle controversie con una informazione *rilevante* ma non *ambigua*.¹⁸ In definitiva non si scelgono gli indicatori per riempire indiscriminatamente un calderone dal contenuto indistinto ma per inserirli in un *framework* riconosciuto come valido dalla comunità internazionale.

Anni di studi sono riusciti a determinare una serie di caratteristiche che gli indicatori, siano essi quantitativi (esprimibili da un numero) o qualitativi (parametri non misurabili ma comunque rilevanti), devono possedere per garantire che la loro selezione sia corretta; tra queste caratteristiche ricordiamo:

- Accessibilità, cioè risultare immediatamente comprensibili
- Reperibilità, che permette di individuare a priori le fonti da cui attingere i valori di un certo indicatore
- Rigorosità scientifica, derivando da un approccio scientificamente rigoroso
- Riproducibilità ed affidabilità, dovendo poter essere riprodotti nello spazio e nel tempo¹⁹

Tali caratteristiche non sono sempre facili da accomunare in un indicatore: per esempio spesso gli indicatori facilmente misurabili

¹⁸ Jesinghaus, 1999

¹⁹ Bertuglia e Occelli cit. in ANPA,2000

non sono particolarmente rilevanti o non colgono aspetti significativi del problema in analisi e un set di indicatori può creare problemi di confrontabilità.

Gli schemi concettuali più comunemente usati in ambito internazionale sono il modello *Pressioni, Stato, Risposte (PSR)*, proposto da Anthony Friend negli anni '70 e successivamente sviluppato dall'OCSE, ed il modello *Determinanti, Pressioni, Stato, Impatto, Risposte (DPSIR)*, sviluppato dall'EEA (Agenzia Europea per l'Ambiente), caratterizzati entrambi da relazioni di causalità.

Il modello PSR permette di evidenziare le relazioni tra il sistema ambientale e le attività antropiche nonché di esprimere i rapporti tra società ed ecosistema. Esso si basa su indicatori divisi in tre categorie:

- *Indicatori di pressione* che descrivono gli effetti delle diverse attività dell'uomo sull'ambiente
- *Indicatori di stato* misurano le condizioni delle risorse ambientali
- *Indicatori di risposta* valutano le politiche e gli interventi posti in atto per il raggiungimento di obiettivi di protezione ambientale.

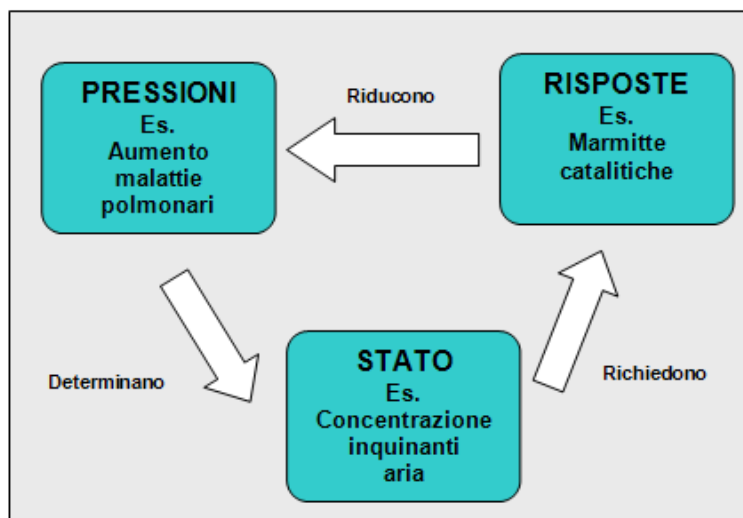


Figura 1 - Modello PSR

Il modello DPSIR rappresenta un'evoluzione del precedente modello; dagli indicatori di pressione vengono scorporati le *Forze motrici* o *Determinanti*, vale a dire i comportamenti e le attività antropiche che determinano le pressioni sull'ambiente (trasporti, industria, agricoltura...) ed inoltre si ha una distinzione tra *Stato* (qualità dell'ambiente) ed *Impatti* (alterazioni prodotte dalle azioni antropiche negli ecosistemi e nella salute pubblica).²⁰ Il DPSIR costituisce il modello di riferimento del progetto **Piccoli Comuni**.

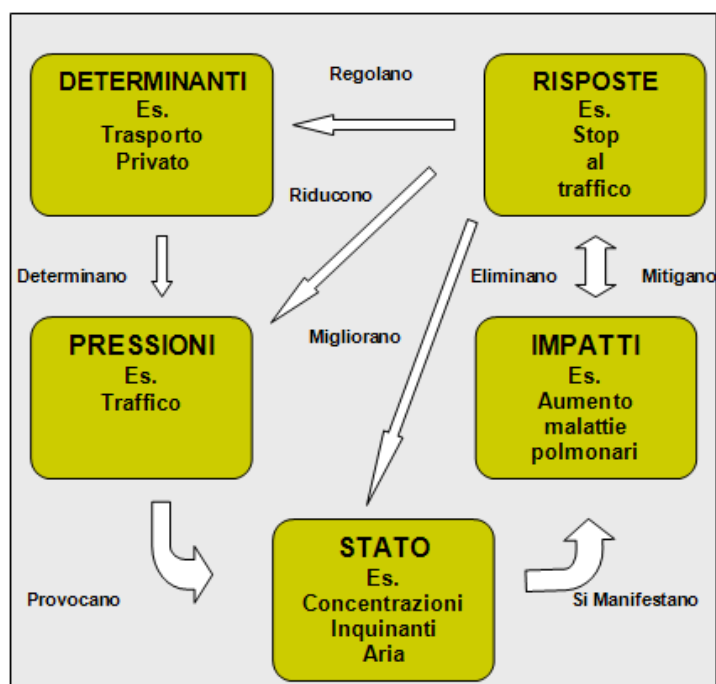


Figura 2 - Modello DPISR

Il passo successivo alla selezione degli indicatori è spesso quello di costruire degli indici aggregati o composti, in cui gli indicatori originali vengono accorpati per sintetizzare ancor più l'informazione.

Concettualmente un indicatore composto è "basato su una serie di sotto-indicatori che non hanno una comune unità di misura né una

²⁰ Istat, 2002

chiara ed ovvia possibilità di pesatura”.²¹ L’uso di indici aggregati accanto ad indubbi vantaggi legati alla semplicità di presentazione e di comparazione esige che essi siano costruiti ed usati con molta cautela ed all’interno di un quadro teorico, matematico e statistico il più possibile rigoroso per diminuire l’impatto che errori ed inevitabili componenti di soggettività (la selezione e l’assegnazione di pesi ai vari indicatori, il trattamento dei dati mancanti) invalidino il risultato: un indice utilizzabile è un compromesso tra incertezza e benefici che l’utilizzo dell’indice comporta.²²

Tra gli innumerevoli esempi di indici usati a livello internazionale possiamo citare lo Human Development Index delle Nazioni Unite, L’Environment Sustainable Index dell’OCSE e l’Evironmental Performance Index (World Economic Forum, Yale & Columbia Universities).

Una serie di indicazioni per la costruzione di indici aggregati viene dall’ **Handbook On Constructing Composite Indicators: Methodology And User Guide**, redatto dal JRC (Joint Research Centre, Ispra) della Commissione Europea. Nel prossimo paragrafo riassumeremo brevemente i passi necessari per la creazione di un valido indicatore composto secondo quanto illustrato nel testo citato.

²¹ Note on composite indicators, EC, Brussels, March 2002 cit. in Saisana, 2004

²² Cappelletti, 2004

1.4 Costruzione degli indici aggregati – Metodologia JRC

Il procedimento di costruzione di indici aggregati suggerito dal JRC può essere sintetizzato dallo schema in Fig. 3.

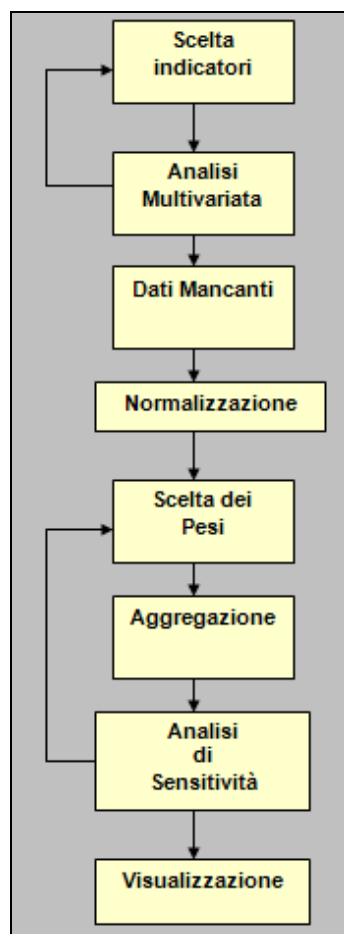


Figura 3 - Schema costruzione indici aggregati

Scelta degli indicatori – Analisi Multivariata

Il primo passo consiste nel considerare il set di indicatori come un'entità da studiare per comprendere le implicazioni delle scelte necessarie al processo di aggregazione: tali scelte influenzano la valenza statistica del risultato finale e devono perciò essere attentamente analizzate.

Per accertarsi che gli indicatori scelti non siano ridondanti e non forniscano quindi la medesima informazione si ricorre all'analisi multivariata che permette di accertare il grado di correlazione degli indicatori. Tra le tecniche maggiormente usate ricordiamo:

- Analisi delle Componenti Principali (PCA) che permette di ridurre la dimensione dell'insieme degli indicatori ed offre un ausilio per la scelta dei pesi
- Calcolo del coefficiente di consistenza Cronback Alpha che aumentando indica l'aumento del grado di correlazione degli indicatori.
- Cluster Analysis (CLA), un insieme di tecniche statistiche il cui obiettivo è costituito dall'individuare raggruppamenti di oggetti (in questo caso gli indicatori) in classi che abbiano due caratteristiche complementari: la massima somiglianza tra oggetti della stessa classe e la massima differenza tra quelli di classi differenti.

Questo primo passo può anche portare alla revisione del set di indicatori scelto inizialmente.

Dati Mancanti

La fase successiva stabilisce la politica da adottare in caso di dati mancanti: tra le opzioni possibili si può omettere l'indicatore con un gran numero di valori mancanti, si può sostituire tale indicatore con un valore medio, usare la retta di regressione per stimare il valore mancante o sostituirlo con il più "simile".

Normalizzazione

La normalizzazione è un procedimento necessario quando si ha a che fare con indicatori eterogenei tra loro e dotati di diverse unità di misura: è necessaria una standardizzazione che riconduca ciascun indicatore ad una medesima scala (per esempio da 0 a 100). Per ottenere questo risultato si possono usare diverse funzioni di utilità sia derivate dall'analisi classica che da nuove proposte di organizzazioni internazionali.

Scelta dei pesi ed aggregazione

Si arriva quindi al cruciale momento della pesatura e dell'aggregazione; citiamo, tra le possibili metodologie da seguire:

- PCA ed in particolare la sua variante Factor Analysis
- Analisi della Regressione, spesso usato per validare od aggiornare un set di indicatori.
- DEA (Data Envelopment Analysis) è una tecnica basata sulla programmazione lineare che permette di trovare un *benchmark* ottimale come riferimento per l'assegnazione, tramite confronto, dei pesi ai vari indicatori.
- AHP (Analytic Hierarchy Process) coinvolge il decisore in una serie di confronti a coppie tra i vari indicatori per stabilirne i pesi relativi; tali valutazioni qualitative, organizzate sotto forma di matrici, vengono elaborate per ricavare un vettore dei pesi da assegnare a ciascun indicatore.
- i metodi ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité) cercano di emulare il processo decisionale reale anche a scapito della correttezza matematica formale. Sono metodi *non compensativi*, prevedendo l'impossibilità di stabilire una relazione di preferenza in un confronto.

L'aggregazione vera e propria si ha spesso attraverso una semplice somma pesata, non trascurando però sia una aggregazione geometrica (moltiplicativa) che un approccio a molti criteri (non compensativo).

Analisi di sensitività

A questo punto è necessario eseguire un'analisi di Sensitività per valutare la robustezza degli indici ottenuti. Per ridurre al minimo gli effetti di incertezza e soggettività che inevitabilmente affliggono i processi di costruzione di indici aggregati occorre effettuare diverse verifiche (rank reversal, metodo Montecarlo ecc.) per

stabilire, per esempio, la regione di stabilità in un ordinamento effettuato tramite i valori degli indici aggregati.

Visualizzazione

L'ultimo problema che ci rimane da affrontare è la scelta della rappresentazione grafica da adottare per rappresentare gli indici aggregati ottenuti ed i loro costituenti, gli indicatori; questo argomento sarà il tema del prossimo capitolo.

Capitolo 2

I grafici nella comunicazione ambientale – Il semaforo ambientale

2.1 Introduzione

Le immagini ed i simboli dipinti sono tra le più antiche forme di comunicazione umana. Essi non sono stati usati solo come rappresentazione della realtà esterna (le prime rudimentali mappe risalgono forse al 6000 a.C.) ed interna (pensiero razionale, mondo spirituale interiore) ma sono stati utilizzati come ausilio per effettuare ragionamenti di tipo geometrico, matematico e logico.

Naturalmente la rappresentazione proposizionale (*sentential representations*) ha avuto un ruolo primario nella trasmissione di informazioni in quasi tutte le culture umane più recenti (a partire dal IV millennio a.C.) avvalendosi dell'aggregazione di simboli fondamentali (grafemi) secondo regole definite (grammaticali e semantiche). Il significato di queste stringhe sostanzialmente monodimensionali dipende dal significato e dal contesto dei simboli costituenti ma non dalle loro proprietà spazio-visuali (come dimensione, orientamento, colore). In questo senso, spostandosi dalla comunicazione tramite grafemi a quella visuale si aggiungono dimensioni addizionali alla rappresentazione dell'informazione²³ e ciò spiega come l'utilizzo di disegni e simboli non alfabetici prima e di mappe, grafici e diagrammi poi abbia affiancato la scrittura "classica" in misura sempre maggiore, accompagnando la crescita tumultuosa ed esponenziale delle informazioni e dei dati che è stato necessario raccogliere, analizzare, trasformare, memorizzare e/o ri-trasferire.

La struttura del linguaggio verbale, che promuove un modo di pensare lineare e sequenziale, ha limitato la nostra capacità di comprendere a fondo problemi di natura fisica o sociale, ha inibito

²³ Narayanan, 1997.

(o comunque compromesso) la percezione del contesto, delle gerarchie, dei livelli, della complessità e della simultaneità.²⁴

2.1.1 Cenni storici²⁵

La nascita dei grafici e dei diagrammi nella loro forma ed accezione moderna si deve in primo luogo all'introduzione delle coordinate cartesiane da parte di Cartesio nel 1637. Il contemporaneo sviluppo di tecniche e strumenti per osservazioni e misurazioni precise delle quantità fisiche furono determinanti per il sorgere delle rappresentazioni grafiche; altre spinte verso l'uso di tali rappresentazioni furono la nascita del concetto di funzione in matematica, l'uso dei normogrammi come ausilio al calcolo, la necessità di visualizzare proprietà dei numeri come tendenze e distribuzioni derivanti dalla nascita della statistica. Nel '700 furono eseguiti i primi tentativi di illustrare graficamente dati di natura economica e politica. Nel secolo successivo vi fu la comparsa dei grafici e diagrammi nelle forme a noi più consuete: per fare qualche esempio William Playfair usò per primo diagrammi a barre ed a torta per analisi di tipo statistico, von Humboldt creò le isoterme e Fourier la rappresentazione tramite linee di forza di un campo elettrico, Lalanne utilizzò il primo grafico in 3 D e le coordinate polari. Lambert-Adolphe-Jacques Quételet, astronomo e statistico dell'Ottocento, fece ampio uso di metodi grafici sistematizzandoli e rendendoli popolari.²⁶ A partire dalla seconda metà del XIX secolo diagrammi, grafici e rappresentazioni visuali divennero comuni nelle pubblicazioni scientifiche anche se furono sempre difficili da produrre e costosi da pubblicare.

²⁴ Frascara, 2001.

²⁵ Notizie tratte dall'interessante sito **Milestones in the History of Thematic Cartography, Statistical Graphics, and Data Visualization**.

²⁶ Wikipedia, 2006.



Figura 4 - Grafico a torta di William Playfair ,1805
(Da Friendly e Denis)

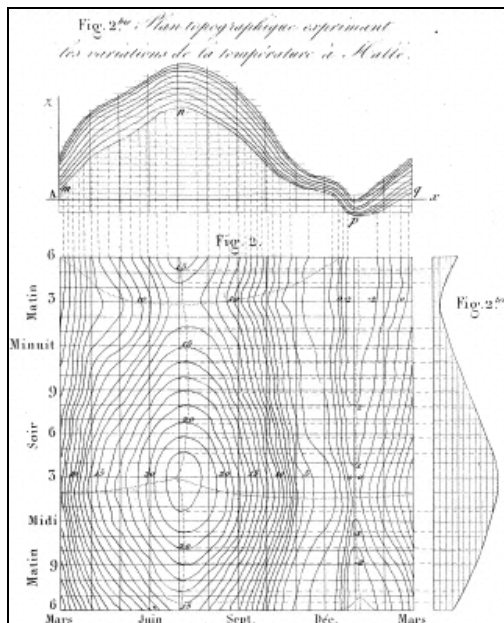


Figura 5 - Mappa in 3D (temperatura x ora mese) di Léon Lalanne
(Da Friendly e Denis)

Negli ultimi decenni, per effetto della rivoluzione informatica, si è avuta un'evoluzione del concetto di *visualizzazione dell'informazione*: alle tradizionali motivazioni matematiche e statistiche si sono aggiunte sia la necessità di una rappresentazione visuale di collezioni su grande scala di informazioni non numeriche (come file e linee di codice in sistemi software, database

bibliografici o reti di relazioni su Internet solo per fare qualche esempio)²⁷ sia la facilità di creare grafica e renderla disponibile (anche in modalità interattive) ad una vastissima platea attraverso l'uso di molteplici programmi informatici, anche di basso costo. Recentemente si è manifestato un rinnovato interesse di filosofi, logici, scienziati cognitivi ed esperti di informatica e nuovi media verso i diversi tipi di sistemi di rappresentazione e molte ricerche sono state focalizzate in particolare verso i sistemi di rappresentazione grafici e diagrammatici.²⁸

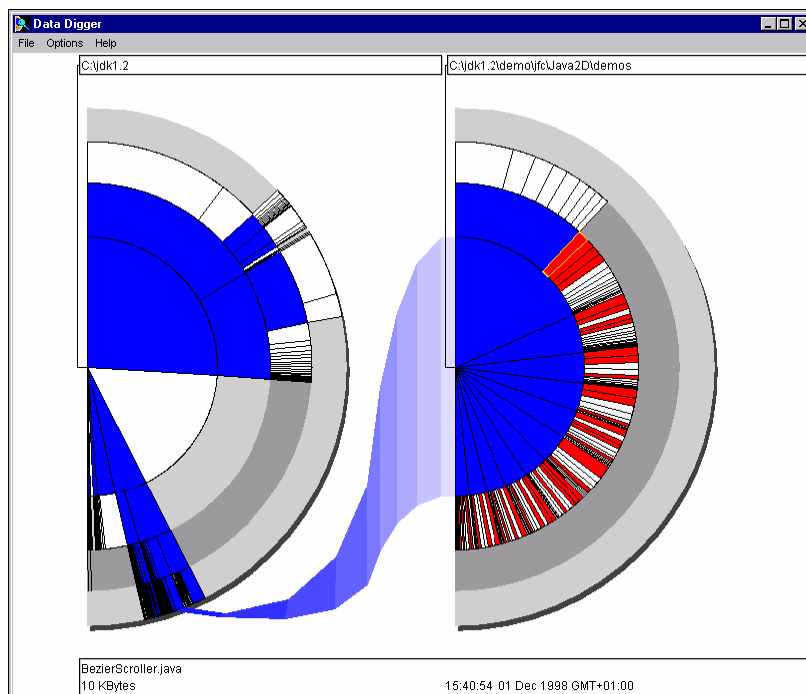


Figura 6 - Visualizzazione grafica gerarchia file e directory (Da Andrews)

²⁷ Keith, 2002. Si vedano le Figg. 6 e 7

²⁸ Shin e Lemon, 2003.

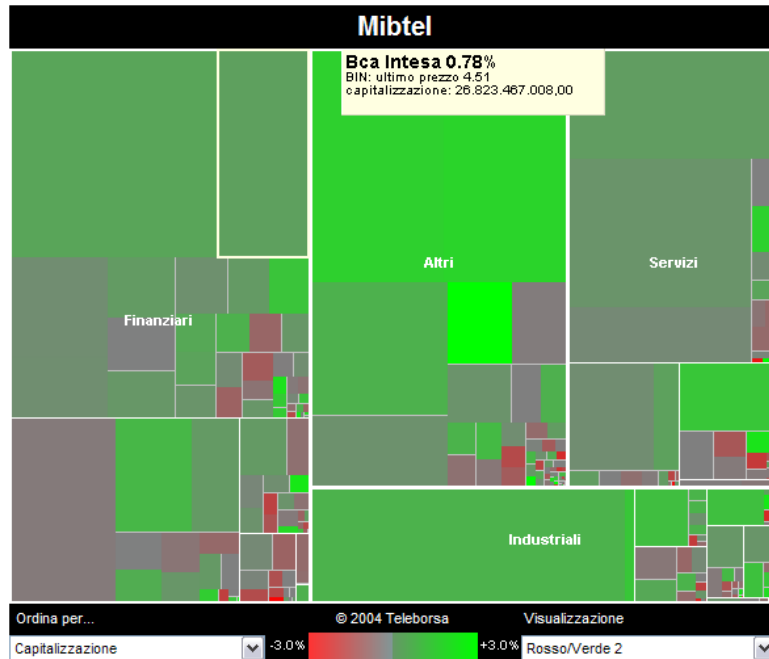


Figura 7 - Mappa del Mibtel del 02/01/2006 (Da Repubblica.it)

2.1.2 Definizione e principali vantaggi dell'uso di grafici e diagrammi

I diagrammi sono una rappresentazione pittorica, ancorché astratta, dell'informazione. Secondo una definizione più tecnica essi sono “un tipo di rappresentazione analogica (o diretta) della conoscenza, caratterizzata da una corrispondenza parallela (anche se non necessariamente isomorfica) tra la struttura della rappresentazione e quella del rappresentato [...]”. La rappresentazione analogica può essere chiamata modello o raffigurazione della cosa rappresentata, a differenza della rappresentazione preposizionale che ne effettua una descrizione.”²⁹

Vengono riportati di seguito i principali vantaggi dell'uso dei diagrammi e dei grafici:

²⁹ Kulpa, 1997.

- **I diagrammi (grafici) sono (almeno) bidimensionali** quindi, rispetto alla stringhe unidimensionali di testo, permettono di ridurre sia la dimensione associata allo spazio di ricerca sia il costo di ricerca stesso.
- **Tramite i diagrammi (grafici) possono essere evidenziate nuove entità, caratteristiche degli elementi del problema e relazioni tra i dati precedentemente nascoste.** Tali “proprietà emergenti” sono rese palesi ad un costo basso o nullo.
- **Gli esseri umani sono dotati di un apparato visivo evoluto che permette loro di ricavare facilmente informazioni da mappe visuali,** siano esse estrapolate da un contesto reale (es. un paesaggio) o rappresentate tramite diagrammi o grafici.
- **Forme, colori e sfumature permettono,** grazie alle caratteristiche della percezione visiva umana, **una rappresentazione di quantità numeriche più efficace** di una rappresentazione tramite scale o lunghezze di linee.
- **Possibilità di evidenziare diversi aspetti del problema dagli stessi dati.**³⁰

E' chiaro che un uso scorretto o impreciso della rappresentazione diagrammatica è sempre possibile: proprio l'immediatezza e la semplicità con cui le informazioni vengono presentate possono essere causa di errori o di vere e proprie manipolazioni.

2.2 Grafici ed indicatori ambientali

Quando si analizza un problema che ha come oggetto tematiche ambientali e di sviluppo sostenibile ci si trova di fronte ad una serie di dati, di indicatori e di indici che non solo possono essere in numero considerevole ma soprattutto sono molto eterogenei,

³⁰ Kulpa, 1997.

avendo significati, unità di misura e scale molto diverse tra loro. Queste informazioni danno indicazioni su fattori biologici ed economici, sulle risorse, sulla popolazione e sull'inquinamento: non è possibile considerare tali fattori separatamente ma è necessario contestualizzare ed integrare le informazioni in un quadro unitario. Esistono diverse metodologie (vedi § 1.4) che consentono di costruire livelli successivi di aggregazione per i dati "grezzi", in modo da ottenere un ristretto numero di parametri normalizzati, ciascuno dei quali sintetizza un aspetto del problema "assorbendo" i valori ed i significati degli indicatori di livello più basso.

Seguendo questa linea un approccio intelligente guarda ai diagrammi ed ai grafici come strumenti che incoraggiano una sorta di "ecologia dell'informazione", uno sviluppo del pensiero critico che riconosca e connetta le unità di informazione, che alleni a scoprire similitudini, gerarchie e modelli e che consenta di formare una conoscenza "propositiva" generatrice di azioni e progetti concreti, proprio ciò che il progetto **Piccoli Comuni** intende suggerire. La capacità dei grafici e dei diagrammi di sintetizzare le informazioni giocando sulle dimensioni aggiunte (forme, colori, disposizione nello spazio bi o tridimensionale) che essi hanno rispetto al "lineare" linguaggio scritto permette l'esplorazione delle complesse interrelazioni che, soprattutto in campo ambientale, costituiscono il problema o la situazione che si sta esaminando.³¹

Per ottenere buoni risultati con l'utilizzo dei grafici nel contesto generale degli indicatori e degli indici ambientali occorre partire dalla considerazione che i grafici tradizionali che siamo abituati a vedere ed usare non sono più sufficienti: istogrammi, grafici a barre, a linee ed a torta devono essere rivisti e rinnovati (vedi Figg. 8 e 9) e affiancati da nuove rappresentazioni quando si tratta di mostrare contemporaneamente dati molto diversi tra loro.

³¹ Frascara, 2001.

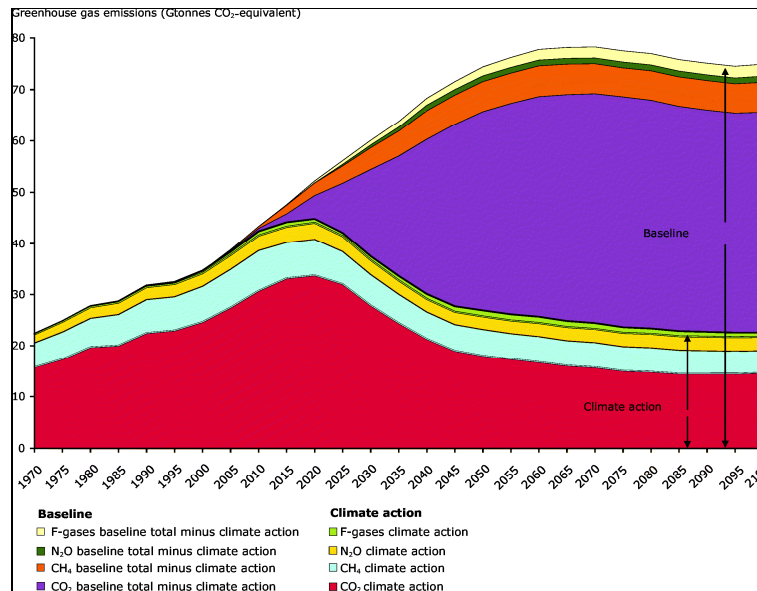


Figura 8 - Emissione globale dei gas serra e scenario futuro, 1970-2100
(Da EEA data service)

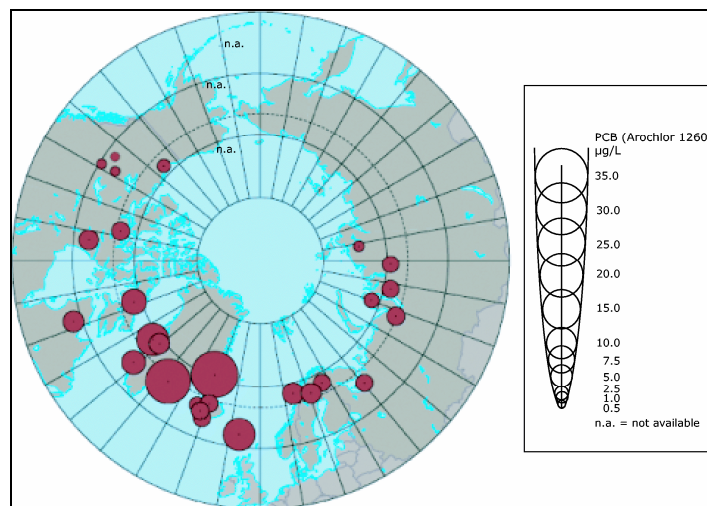


Figura 9 - Livelli di PCB rinvenuti in campioni di sangue di popolazioni artiche
(Da EEA data service)

Sono stati proposte da organizzazioni, università ed istituti di ricerca che si occupano di tematiche ambientali e sviluppo sostenibile diverse modalità di rappresentazione che si avvalgono di grafici non convenzionali studiati per fornire una “mappa” semplice ed intuitiva dello stato e dell’evoluzione di un

determinato set di indicatori; questo approccio vuole fornire ai politici ed a coloro a cui spettano le decisioni uno strumento di sintesi efficace ed ai cittadini un ausilio per la comprensione dei problemi legati all'ambiente, al territorio ed allo sviluppo.

Nel prossimo paragrafo si presenteranno gli indicatori scelti dal progetto **Piccoli Comuni** dell'APAT per il cosiddetto *Ecocatasto*. Nei paragrafi successivi saranno esaminate alcune possibilità di visualizzazione di tali indicatori e di eventuali indici aggregati che potrebbero essere utilizzati per le fasi successive del progetto, l'*Ecopian* e l'*Ecobilancio*.

2.2 Il progetto “Piccoli Comuni” - La banca dati Eco-Catasto

Il progetto **Piccoli Comuni** dell'Apat nasce con l'intento di fornire ai piccoli comuni italiani (con meno di 2.000 abitanti) e ad altri Enti locali una serie di strumenti facilitati per la gestione ambientale tesi a favorire uno sviluppo sostenibile; per esempio tramite un nuovo tipo di turismo che sfrutti in maniera adeguata tutte le risorse del territorio (natura, patrimonio storico e museale, prodotti enogastronomici), considerando il turista come parte integrante di questo patrimonio e non solo come fruitore passivo.

Tra gli obiettivi del progetto si possono individuare:

- studio delle modalità di trasformazione del territorio nel tempo
- individuazione della capacità portante degli ambiti territoriali
- sviluppo di iniziative coniugate con le esigenze della sostenibilità;
- potenziamento dell'azione amministrativa ;

- scelta di un modello interpretativo capace di fornire puntualmente informazioni sulla qualità ambientale, mettendo in relazione le strutture spaziali con le dinamiche dei processi.³²

La banca dati *Ecocatasto* permette di visualizzare i dati tecnico-scientifici dei Piccoli Comuni, raccolti e classificati da APAT secondo opportuni indicatori ambientali (scelti all'interno del modello DPSIR³³) finalizzati alla divulgazione territoriale di informazioni per la protezione dell'ambiente, suddivisi in otto aree tematiche ambientali di riferimento (vedi Figure 10 e 11):

1. Aria
2. Acqua
3. Suolo
4. Natura e Biodiversità
5. Rifiuti
6. Energia e Radiazioni
7. Demografia ed Economia
8. Cultura Ambientale e Sviluppo Sostenibile

Il database si compone anche di una specifica sezione iniziale in cui sono riportati i **Dati Generali** di ogni Piccolo Comune e di un'apposita legenda che descrive gli indicatori delle otto aree tematiche.³⁴

Uno degli scopi principali del progetto **Piccoli Comuni**, lo ripetiamo, è fornire un supporto di metodologie e di conoscenze ai decisori locali per una adeguata gestione degli aspetti ambientali, economici e sociali. Di qui l'esigenza di trovare una modalità di visualizzazione dei dati non specialistica, estremamente sintetica ma di notevole impatto informativo. Per questa ragione sono stati tralasciate tipologie di grafici che possono essere usate da studiosi e

³² Pompejano, 2005

³³ vedi § 1.3

³⁴ Progetto **Piccoli Comuni – Eco Catasto**, 2005.

tecnici per estrapolare molte informazioni aggiuntive dai dati ma che risultano troppo complessi e di non facile lettura ai non addetti ai lavori.

ARIA	Unità di Misura
gg/anno buona aria	gg
Emissioni totali di CO2, NOX, SOX	mcg/m3
Temperatura media annua	°C
Precipitazioni medie annue	mm
Indice di aridità di De Martonne	adimensionale
Pluviofattore di Lang	adimensionale
Popolazione esposta a livelli di rumore > 60 dB	%
SUOLO	Unità di Misura
Suolo impermeabilizzato	km2
Area soggetta ad allagamenti (zonizzazione PAI)	km2
Grado di sismicità	categoria
Area influenzata dall'erosione del suolo	km2
Consumo di prodotti chimici in agricoltura	kg/ha
Dissesto idrogeologico	ha soggetti a frane
ACQUA	Unità di Misura
Consumi Idrici	litri*ab annui
Consumi idrici per usi domestici	litri*ab annui
Qualità biologica dei principali bacini idrografici	Classe EBI
Riserve di acque sotterranee	m3
Qualità acque di balneazione(D.L.31 marzo 2003 n.51)	rispetto livelli di legge
Perdite idriche nella rete di distribuzione	%
Abitazioni allacciate alla rete fognaria	n
Qualità delle acque superficiali e di falda,per i diversi usi(D.Lvo 152/99)	rispetto livelli di legge
NATURA E BIODIVERSITA'	Unità di Misura
Aree naturali protette	km2
Numero di incendi annuali	unità * anno
Superficie a verde urbano	%
Specie floristiche in lista rossa	unità
Specie faunistiche in lista rossa	unità
Boschi e prati naturali	km2

Figura 10- Indicatori Risorse Naturali

RIFIUTI E SOSTANZE INQUINANTI	Unità di Misura
Produzione di rifiuti urbani	kg*anno*ab
Produzione di rifiuti speciali	kg*anno*ab
Raccolta differenziata di rifiuti	%
Aree contaminate, discariche abusive e dismesse	%
ENERGIA E RADIAZIONI	Unità di Misura
Consumo di energia	KWh*ab*anno
Consumi energetici per settore di attività e per fonte	KWh*ab*anno
Energia consumata prodotta da risorse rinnovabili	%
Radiazioni di fondo	millirem * anno
Prestazione energetica degli edifici comunali	%
DEMOGRAFIA ED ECONOMIA	Unità di Misura
Popolazione e tasso di crescita annuale (Riferito al 2002)	%
Disoccupazione	%
Passeggeri che utilizzano, treno, autobus	numero
Parco auto privato circolante (tasso di motorizzazione)	%
Flusso turistico	numero*anno
Reddito medio pro capite	euro* anno
Aziende a rischio industriale(DPR 175/88)	numero
Superficie forestale	%
Superficie agricola	%
Carico zootecnico	capi * ha
Pescato	t*ab
Cave e miniere	numero
CULTURA AMBIENTALE E SVILUPPO SOSTENIBILE	
Sportelli e servizi informativi ambientali	
Iniziative di comunicazione ambientale	
Corsi di formazione ambientali	
Iniziative di educazione ambientale	
I piani/regolamenti del comune incentivano iniziative di edilizia sostenibile?	

Figura 11 - Attività Antropiche

2.3 I grafici radar

I grafici radar (o spider) sono particolarmente utilizzati in Giappone sembra per motivi legati al concetto di simmetria, la cui presenza od assenza in una serie di variabili può (ma non necessariamente) evidenziare condizioni normali o anormali.³⁵ Il grafico radar presenta un asse per ciascuna variabile rappresentata, ogni asse parte dal centro ed è separato da ciascun altro da un angolo che dipende dal numero di variabili presenti: tre variabili hanno assi separati da 120 gradi, quattro assi di 90 gradi, cinque di 72 gradi e così via. Le scale sono uguali per ogni asse (di solito da 0 a 1 o da 0 a 100) cosicché unendo i valori massimi di scala si ottiene una figura geometrica regolare (un triangolo, un quadrato, un pentagono ecc.). La caratteristica di questo grafico è che si possono confrontare le figure sovrapposte generate da due serie di valori (per esempio il caso in esame ed un caso di riferimento) in maniera quasi morfologica, avendo la possibilità di ricavare diverse informazioni utili. Non è possibile utilizzare il grafico con un numero elevato di variabili: sette od otto sono il massimo per conservare una certa leggibilità.

Per sua natura questo grafico viene usato, per esempio, come rappresentazione visuale dei risultati di test di valutazione o di autovalutazione, in ambiti come la selezione del personale, l'analisi del *benchmarking* aziendale e della Gestione della Qualità; la Fig. 12 si riferisce ad un esempio di questionari rivolti alle aziende nell'ambito di valutazione sulla Qualità Totale.

³⁵ Everett, 2005.

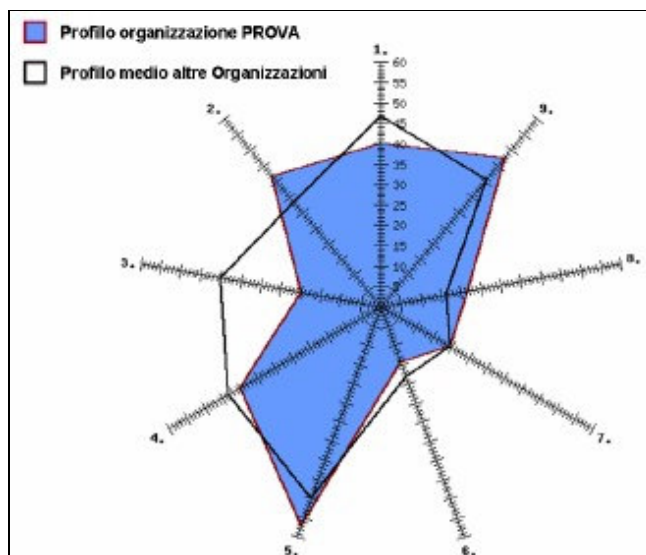


Figura 12 –Esempio dei risultati di autovalutazione
(Da Sartori, Malesardi)

Per quel che concerne le analisi di sostenibilità ambientale i grafici radar sono usati sia per effettuare comparazioni tra due o più set di risultati (es. due nazioni diverse) sia per sintetizzare una serie di indicatori riportati in forma tabellare o tramite grafici tradizionali (es. grafici a barre). Tale tipi di rappresentazione sono visibili nelle due figure seguenti, entrambe tratte dal *2005 Environmental Sustainability Index* redatto dalla Yale University e dalla Columbia University in collaborazione con il World Economic Forum di Ginevra e con il JRC, (Joint Research Centre, Commissione Europea) di Ispra.

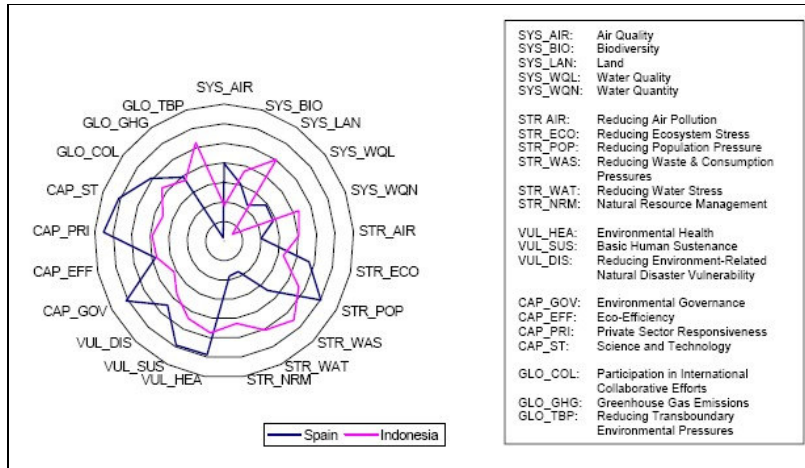


Figura 13 - Comparazione tra i punteggi degli indicatori di Spagna ed Indonesia

Nota: maggiore è la distanza dal centro migliore è il risultato dell'indicatore
(Da 2005 Environmental Sustainability Index – Main Report)

Italy

ESI:	50.1
Ranking:	69
GDP/Capita:	\$23,524
Peer group ESI:	55.4
Variable coverage:	74
Missing variables imputed:	0

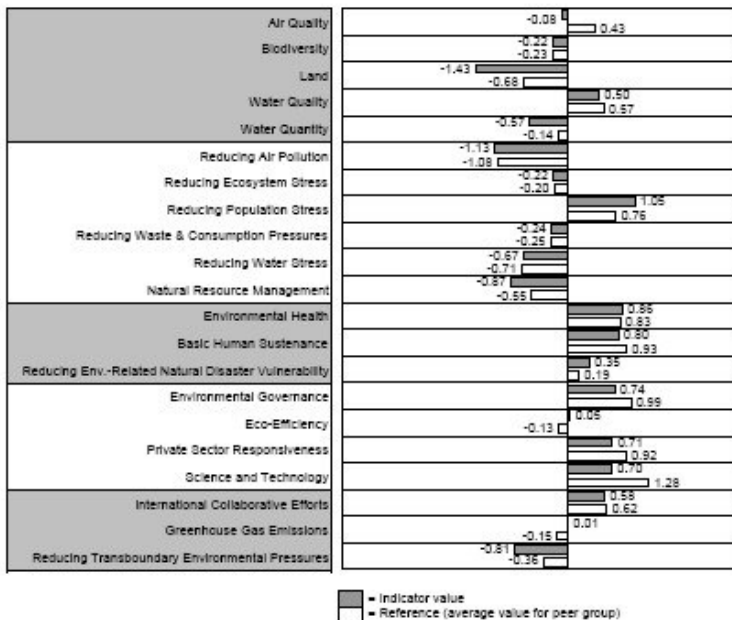
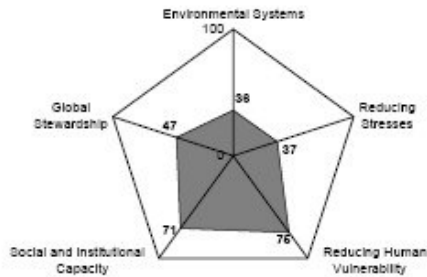


Figura 14 - Profilo del Paese

(Da 2005 Environmental Sustainability Index – Appendix B)

Per il progetto **Piccoli Comuni** si è studiata la possibilità di usare grafici radar. Nelle figure successive sono visualizzati tre grafici che rappresentano gli indici aggregati per due comuni di fantasia. La necessità di avere valori e scale omogenei rende necessario l'uso degli eventuali indici aggregati per aree tematiche e non degli indicatori. In questo caso la scala va da 0 ad 1 ed il valore degli indici rappresenta un miglioramento spostandosi dal centro alla periferia del grafico.

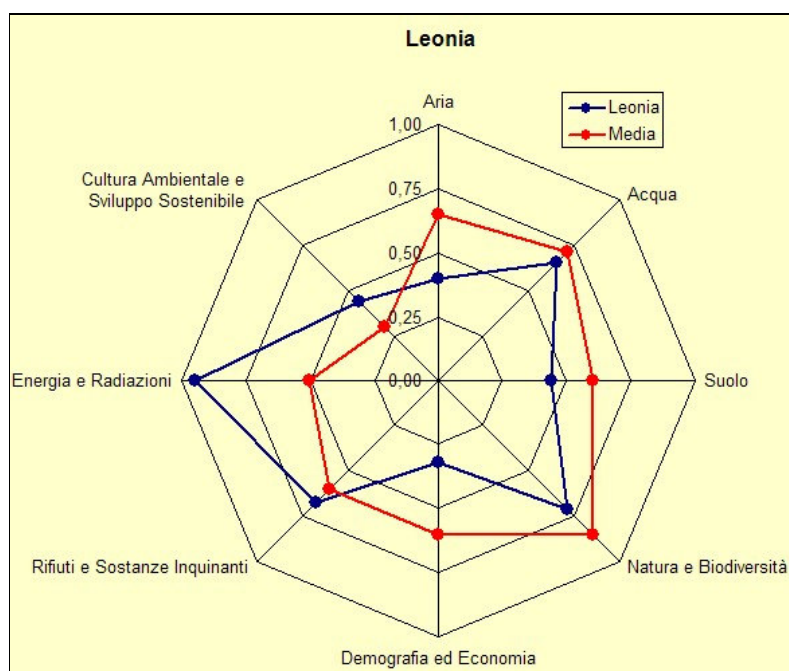


Figura 15 - Confronto tra Leonia e una ipotetica media

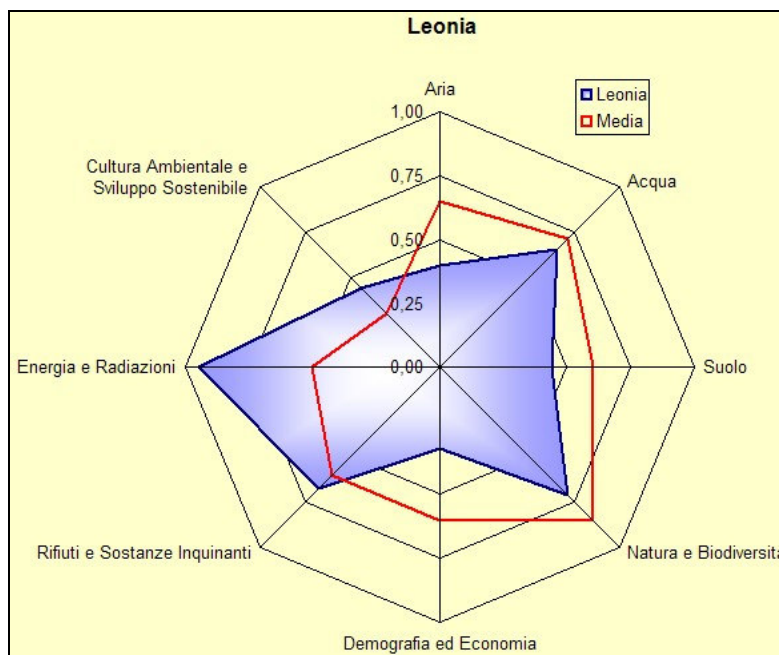


Figura 16 - Confronto tra Leonia ed una ipotetica media

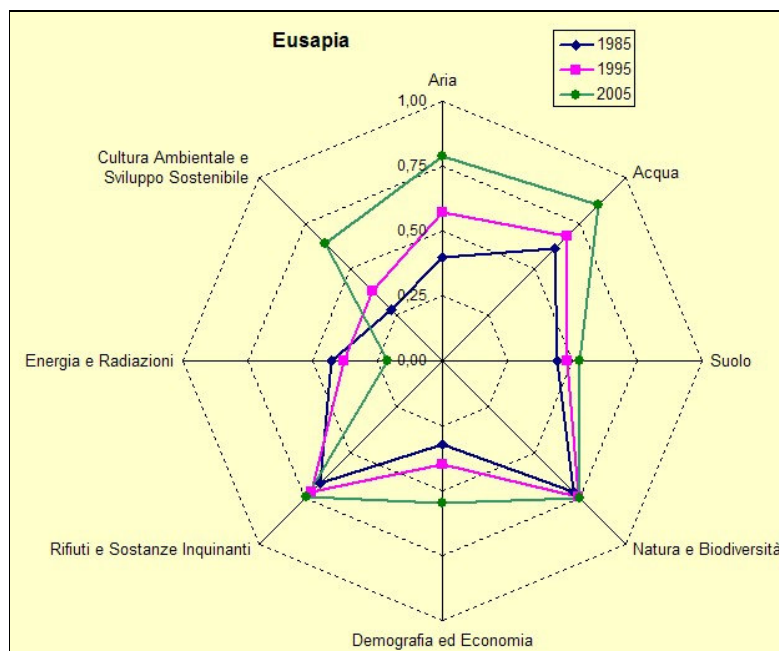


Figura 17 - Andamento temporale degli indici di Eusapia

Si può facilmente individuare nei primi due grafici (due diverse versioni di uno stesso grafico) una situazione peggiore della media (per esempio una media provinciale) per molti indici del comune di Leonia, valori leggermente superiori alla media per i settori *Cultura Ambientale e Sviluppo Sostenibile e Rifiuti e Sostanze Inquinanti* ed una situazione decisamente migliore della media per il settore *Energia e Radiazioni*.

Nel grafico di Fig. 17 si può notare un costante miglioramento (anche se con velocità differenti) dei vari indici della città di Eusapia dal 1985 al 2005 con la sola eccezione del settore *Energia e Radiazioni* che registra un deciso peggioramento; si potrebbe essere verificato, per esempio, un netto incremento dei consumi di energia elettrica o l'abbandono dell'utilizzo di fonti di energia rinnovabili a favore di combustibili fossili.

2.4 Nuove tipologie di grafici e diagrammi ambientali

La ricerca di sempre più efficaci e semplici rappresentazioni grafiche in tema di ambiente e sviluppo sostenibile ha portato ad una serie di nuove proposte che vanno dall'ideazione di semplici simbologie all'uso di sistemi GIS come ausilio per la visualizzazioni dello stato di indicatori ed indici riferiti a nazioni, regioni, comuni ecc. Alcune di queste idee sono presentate nel documento *Tools for Composite Indicators Building* del JRC da cui sono tratte le informazioni per questo paragrafo.

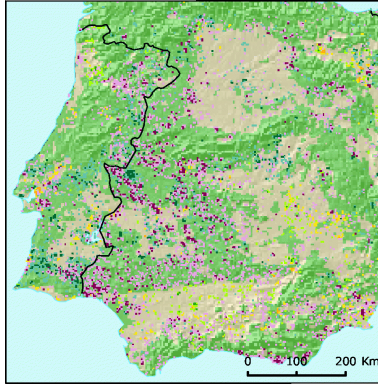


Figura 18 - Estensione dello sviluppo urbano, 1990-2000
(Da EEA data service)

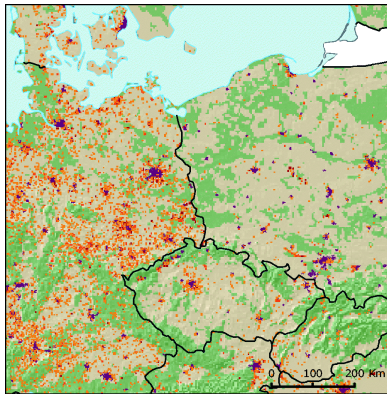


Figura 19 - Conversioni all'agricoltura, 1990-2000
(Da EEA data service)

Il governo britannico ha usato dei “semafori” per visualizzare il progresso di una serie di indicatori rispetto ad alcune date di riferimento. Nella Fig. 20 è riportato un esempio.

Assessment for indicator against objective			
	Change since 1970	Change since 1990	Change since Strategy ¹
H1 Economic output			
H2 Investment			
H3 Employment			
H15 Waste	All arisings and management		
	Household waste		

Key	
	Significant change, in direction of meeting objective
	No significant change
	Significant change, in direction away from meeting objective
	Insufficient or no comparable data

Figura 20 - Valutazione della variazione degli indicatori , come usato dal governo britannico
(Da *Tools for Composite Indicators Building*)

Un team di consulenza professionale (Arup) ha sviluppato un tool per dimostrare la sostenibilità di un progetto o di un prodotto. Il *Sustainable Project Appraisal Routine (SPeAR®)* è basato su un modello a quattro quadranti (*Sviluppo, Società, Risorse naturali ed Economia*) in cui la performance di ogni indicatore è calcolata tramite una scala peggior/miglior caso. Allontanandosi dal centro della circonferenza la situazione peggiora ed i colori passano dalla scala dei verdi a quella dei rossi.

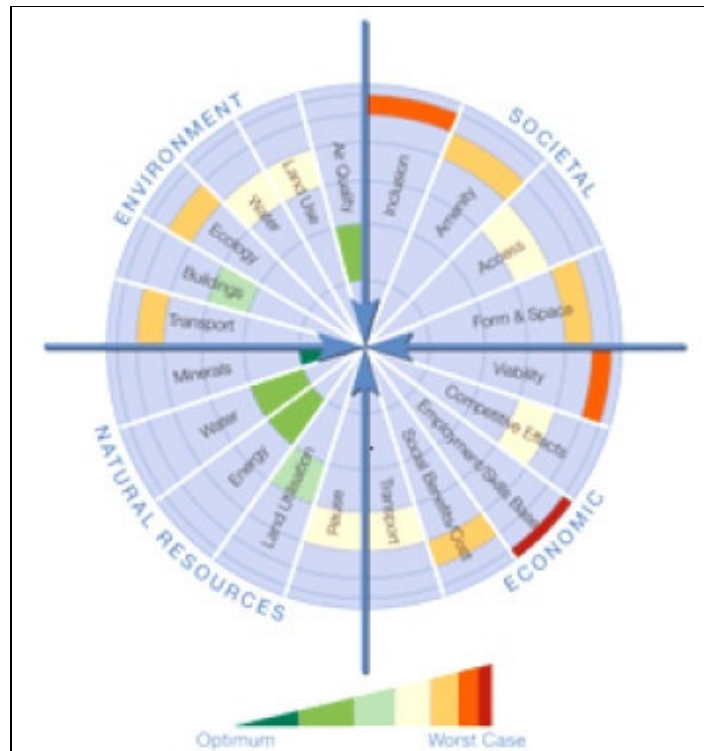


Figura 21 - Diagramma SPeAR®
(Da *Tools for Composite Indicators Building*)

2.4.1 Il Dashboard of Sustainability

Il progetto più interessante, per vari motivi, risulta essere il *Dashboard (cruscotto) of Sustainability* (d'ora in poi DoS). Il tool DoS è stato sviluppato da un piccolo gruppo di studiosi di indici ed indicatori ambientali riuniti sotto il nome di *Consultative Group on Sustainable Development Indices (CGSDI)* e si presenta come “un software gratuito e non commerciale che permette di presentare complesse relazioni tra variabili economiche, sociali ed ambientali in un formato altamente comunicativo rivolto ai decisori (*decision-makers*) e ai cittadini interessati allo Sviluppo Sostenibile”.³⁶ L'idea di fondo è che, come i piloti di aerei od i comandanti di nave, anche i “capitani” di una nazione debbano avere a disposizione un “cruscotto” che visualizzi e sintetizzi i principali dati necessari per una buona navigazione: in questo caso un viaggio verso uno sviluppo sostenibile. Tale strumento è già stato usato da organizzazioni internazionali (tra

³⁶ Dashboard of Sustainability – Sito Web, 2005.

cui le Nazioni Unite³⁷), da istituti di ricerca ed università e da organizzazioni ambientaliste. In Italia, per esempio, è utilizzato da Legambiente e da Ambiente Italia³⁸.

I dati usati dal DoS sono memorizzati in un apposito foglio Excel che può essere usato come schema di base per effettuare analisi personalizzate basate su propri set di indicatori.

Diverse sono le modalità di visualizzazione come diversi sono le informazioni che dai dati di partenza possono essere ricavate.

Il cuore è però rappresentato da un grafico come quello in Fig. 21 che si basa su tre principi:

1. La grandezza di ogni settore riflette l'importanza relativa del risultato descritto dall'indicatore.
2. Un codice colore segnala la performance relativa: verde significa "buona", rossa significa "cattiva".
3. Il circolo centrale sintetizza l'informazione di tutti gli indicatori³⁹.

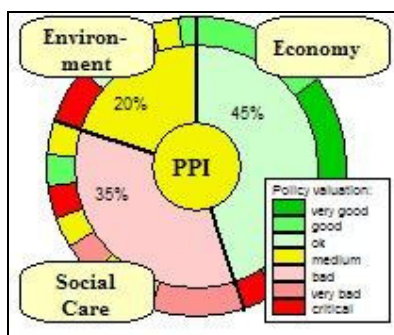


Figura 22 - Grafico guida

(Da *Measuring Policy Performance: The Dashboard Tool*)

³⁷ A partire dall'Agenda 21 il cruscotto è stato usato per analizzare e visualizzare diversi progetti e lavori delle Nazioni Unite; l'ultimo utilizzo è stato nel Millennium Review Summit dove sono stati presentati i progressi del progetto Millennium Development Goals (MDGs).

³⁸ In particolare l'Istituto di Ricerche Ambiente Italia lo usa per visualizzare i dati del rapporto annuale sullo stato dell'ambiente nei 103 Comuni Capoluogo di Provincia (**Ecosistema urbano**).

³⁹ Il *PPI* (*Policy Performance Index*) presente nella Fig. 22 rappresenta un indice della riuscita delle politiche di intervento in un determinato settore.

In Fig. 23 è visibile la presentazione standard, in questo caso un confronto tra tre Nazioni basato sugli indici aggregati di più alto livello (secondo le indicazioni della Commissione per lo Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite).

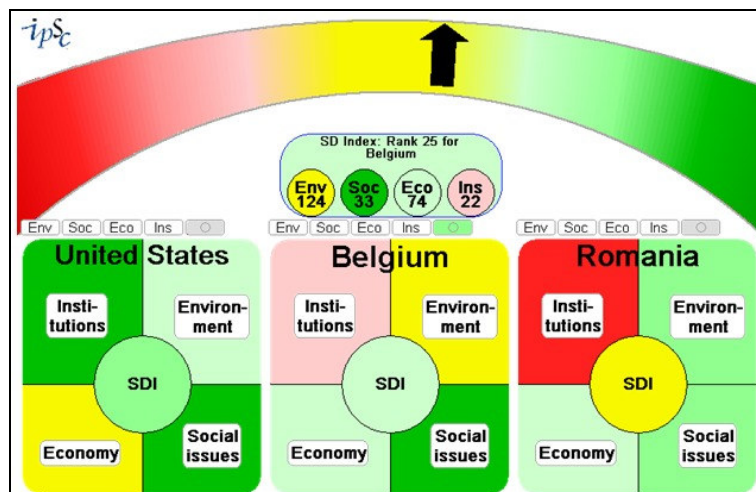


Figura 23 - Presentazione Standard
(Da *Measuring Policy Performance: The Dashboard Tool*)

Il punteggio per ogni indicatore viene assegnato prendendo il valore più basso e quello più alto tra quelli presenti nel database utilizzato (cioè nel foglio Excel-Dashboard), assegnando ad essi i valori 0 e 1000 ed effettuando per gli altri un'interpolazione lineare:

$$1000 * (x - \text{peggiore}) / (\text{migliore} - \text{peggiore})^{40}$$

L'aggregazione si ottiene come media (con lo stesso peso per ogni indicatore) dei valori degli indicatori di ogni settore

Nella figura seguente si può notare come il valore finale (ed il colore) di un indice nazionale possa essere disaggregato fino al livello di Comuni.

⁴⁰ International Institute for Sustainable Development, 2005.

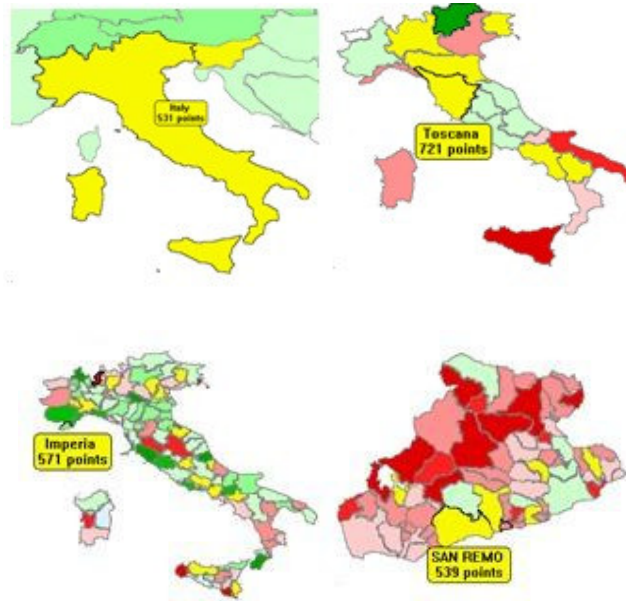


Figura 24 - Dal livello nazionale al livello urbano
 (Da *Measuring Policy Performance: The Dashboard Tool*)

Infine nella Fig. 25 è visualizzata una classifica rispetto ad un determinato indice.

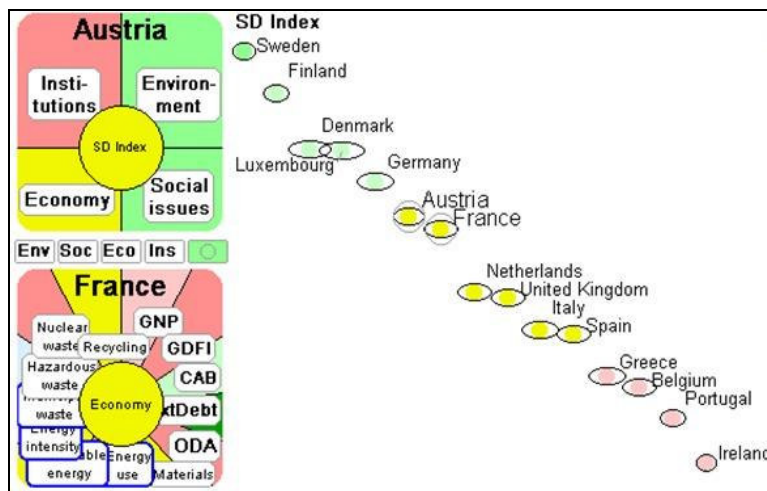


Figura 25 – Classifica
 (Da *Measuring Policy Performance: The Dashboard Tool*)

Mostriamo ora i risultati di alcuni test effettuati nell'ambito di questa tesi; il foglio Excel-Dashboard ⁴¹ è stato modificato e riadattato⁴² secondo la logica del progetto **Piccoli Comuni** e riempito con dei dati di prova congruenti per tre comuni di fantasia.

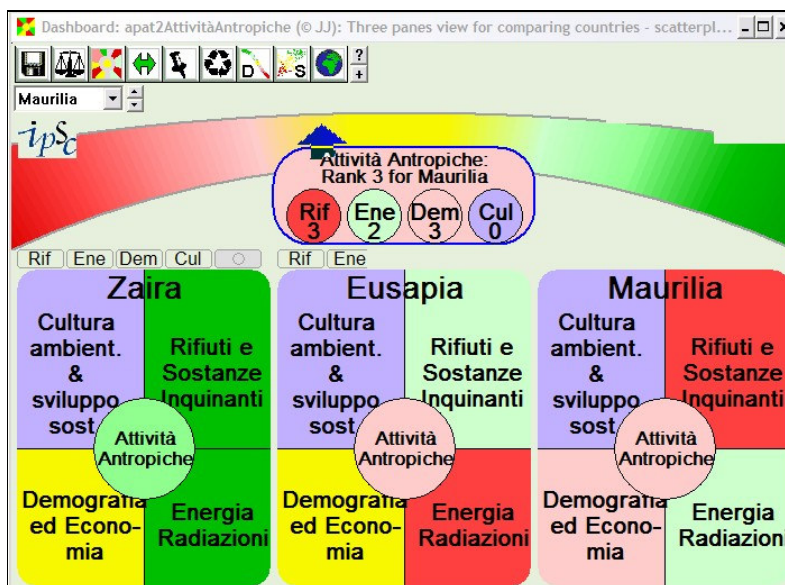


Figura 26 - Attività Antropiche: indice globale ed indici aggregati

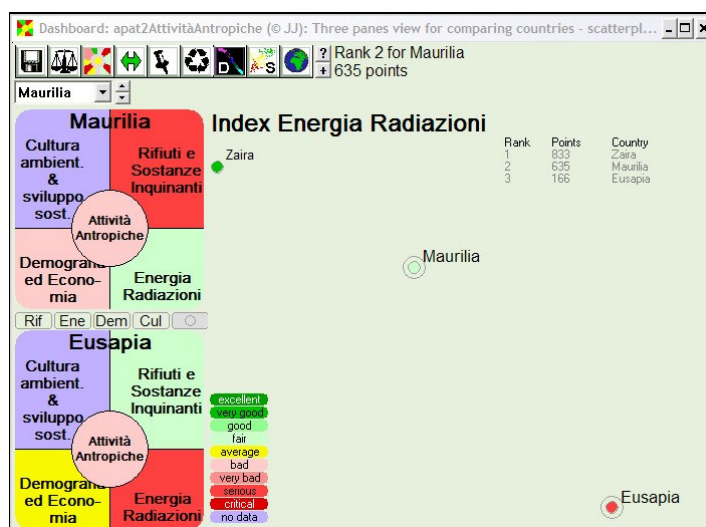


Figura 27 - Classifica per indice Energia e Radiazioni

⁴¹ In appendice parte del foglio Excel-Dashboard riadattato e con i dati utilizzati.

⁴² Si sono seguite le indicazioni del Dashboard Manual.

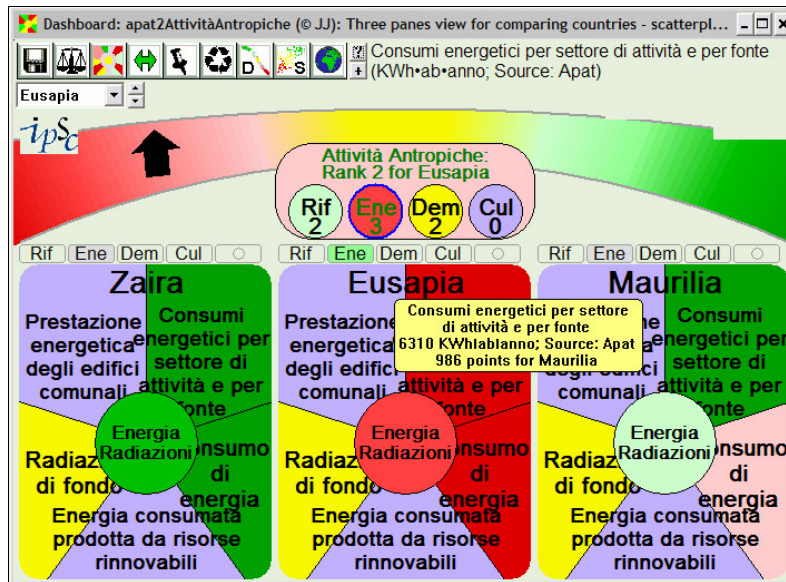


Figura 28 – Situazione indicatori dell'indice aggregato Energia e Radiazioni

Il lavoro svolto per adattare il tool al set di indicatori ed agli obiettivi del progetto **Piccoli Comuni** ha permesso di evidenziare sia le caratteristiche positive sia gli aspetti negativi dello strumento stesso; è indubbio che i concetti base sui quali è costruito il DoS seguano con grande profitto le linee guida che molti studi hanno tracciato per ciò che riguarda la presentazione e la visualizzazione di dati di interesse ambientale: l'uso dei colori, forme geometriche come cerchi o quadrati divisi in settori per raggruppare indicatori di primo livello ed indici aggregati di livello successivo, la rappresentazione grafica della “posizione” di ogni soggetto in relazione agli altri per ogni variabile in gioco, la possibilità di usare la stessa scala di colori per rappresentare su una mappa la situazione di Nazioni, regioni, comuni. Di notevole interesse anche la possibilità di adattare per le proprie esigenze il foglio Excel che costituisce la base dati del software.

Tuttavia bisogna notare, anche tenendone presente la natura gratuita, che il programma si presenta scarsamente “amichevole”: il grande numero di tasti (ad ognuno dei quali sono associate molteplici funzionalità) e funzioni, l'eccessivo intreccio tra le differenti visualizzazioni, la fastidiosa e frequente comparsa di

avvisi ed un sostanziale affollamento dello schermo rendono faticosa la navigazione interna e, paradossalmente, impediscono di focalizzare l'attenzione sugli elementi fondamentali del DoS, vale a dire i grafici che sintetizzano la performance degli indicatori oggetto di studio. Può essere utile far presente, per confermare questa tesi, che i grafici stessi "ritagliati" dal DoS e trasferiti in un altro contesto (un documento, un sito Web) riacquistano un forte impatto informativo. Inoltre esistono alcuni parametri, come la grandezza dal carattere all'interno dei grafici, per nulla o scarsamente personalizzabili il che contribuisce a rendere problematica la leggibilità dei grafici stessi soprattutto in presenza di molti indicatori (si veda ad esempio la Fig. 28).

2.5 Il semaforo ambientale

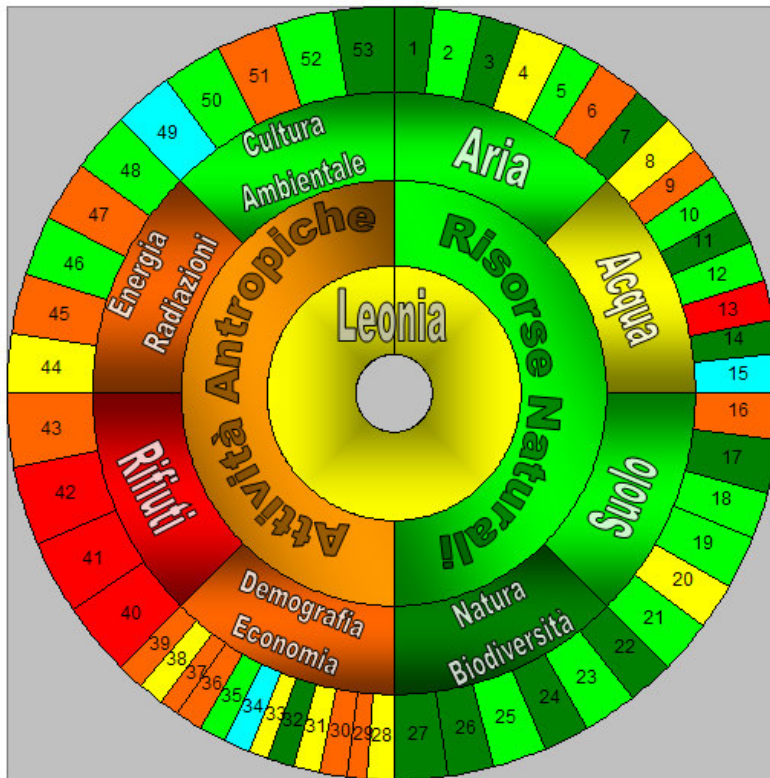
Traendo ispirazione dal Dos e dai “semafori” britannici si è provato a sviluppare un grafico, battezzato *semaforo ambientale*, che potesse avere un tipo di visualizzazione simile ma fosse più adattabile e personalizzabile fornendo diversi tipi di informazioni.

Il grafico è stato sviluppato essenzialmente all’interno del programma Excel sfruttando le macro⁴³ ed il linguaggio Visual Basic for Application. Un esempio di codice per la realizzazione di un semaforo ambientale è riportato in Appendice A.

Per ottenere risultati migliori dal punto di vista grafico, maggiori possibilità di *customizzazione* e, soprattutto, avere a disposizione funzioni interattive dovranno essere usati linguaggi come Java o Flash.

Osserviamo ora la Fig. 29 riportata nella pagina seguente.

⁴³ Un programma scritto o registrato in cui è memorizzata una serie di comandi di Microsoft Excel utilizzabile successivamente come un singolo comando. Le macro consentono di automatizzare attività complesse e ripetitive. Le macro vengono registrate nel linguaggio di programmazione Microsoft visual Basic.



Ottimo Buono Discreto Cattivo Pessimo NessunDato

Legenda stato indicatore

Figura 29 - Semaforo Ambientale per il comune di Leonia

1 gg/anno buona aria	2 Emissioni totali CO2, NOX, SOX
3 Temperatura media annua	4 Precipitazioni medie annue
5 Indice aridità di De Martonne	6 Pluviofattore di Lang
7 Popolazione esposta livelli rumore > 60dB	8 Consumi Idrici
9 Consumi idrici per usi domestici	10 Qualità biologica principali bacini idrografici
11 Riserve acque sotterranee	12 Qualità acque di balneazione
13 Perdite idriche rete di distribuzione	14 Abitazioni allacciate rete fognaria
15 Qualità acque superficiali/falda	16 Suolo impermeabilizzato
17 Area soggetta ad allagamenti	18 Grado di sismicità
19 Area influenzata dall'erosione del suolo	20 Consumo prodotti chimici in agricoltura
21 Dissesto idrogeologico	22 Aree naturali protette
23 Numero di incendi annuali	24 Superficie a verde urbano
25 Specie floristiche in lista rossa	26 Specie faunistiche in lista rossa
27 Boschi e prati naturali	

Figura 30 - Risorse Naturali

28 Popolazione e tasso crescita annuale (2002)	29 Disoccupazione
30 Passeggeri utilizzano treno, autobus	31 Parco auto privato circolante
32 Flusso turistico	33 Reddito medio pro capite
34 Aziende a rischio industriale	35 Superficie forestale
36 Superficie agricola	37 Carico zootecnico
38 Pescaio	39 Cave e miniere
40 Produzione di rifiuti urbani	41 Produzione di rifiuti speciali
42 Raccolta differenziata di rifiuti	43 Aree contaminate, discariche abusive e dismesse
44 Consumo di energia	45 Consumi energetici per settore di attività e per fonte
46 Energia consumata prodotta da risorse rinnovabili	47 Radiazioni di fondo
48 Sportelli e servizi informativi ambientali	49 Iniziative comunicazione ambientale
50 Corsi formazione ambientali	51 Iniziative educazione ambientale
52 Incentivazione iniziative edilizia sostenibile?	53 Prestazione energetica degli edifici comunali

Figura 31 - Attività Antropiche

Questo grafico permette una prima analisi della situazione di un comune. Per esempio si possono fare le seguenti valutazioni:

- La situazione delle risorse ambientali è buona e addirittura ottima quella riguardante la natura e la biodiversità: ci troviamo di fronte ad un territorio dotato di grandi qualità naturali (boschi, fauna e flora integri, zone verdi nel contesto urbano), inquinamento quasi nullo, temperature miti. Si può notare solo una situazione critica per le perdite dell'impianto di distribuzione idrica, forse vecchio e/o carente di manutenzione.
- Viceversa la situazione delle Attività Antropiche non è rosea: in particolare la gestione dei rifiuti è pessima e rischia di intaccare il patrimonio naturale a disposizione della comunità; c'è da notare come il flusso turistico sia molto buono ma non adeguatamente sfruttato, visto la cattiva situazione della disoccupazione ed il reddito medio non elevatissimo.

Sembra che ci si trovi di fronte ad un comune che non riesce a valorizzare il suo patrimonio naturalistico: partire con interventi legati all'emergenza rifiuti è prioritario se non si vogliono perdere quote turistiche; qualche segnale di risveglio di una coscienza ambientale sono indicati dall'attenzione alla prestazione energetica degli edifici comunali, dagli incentivi all'edilizia sostenibile e dall'attivazione di corsi di formazione ambientale.

Naturalmente questa è solo un'analisi di massima: per approfondire tutti gli aspetti occorre studiare più a fondo i dati disponibili, il loro trend, effettuare ulteriori studi e valutazioni.

Come più volte detto il progetto **Piccoli Comuni** con l'*Ecocatasto* intende offrire strumento di informazione e di valutazione agli amministratori locali, strumento da cui si può

ottenere una prima valutazione sullo stato del loro territorio e della comunità da essi gestita.

E' possibile utilizzare il semaforo ambientale anche per *benchmarking* temporali (Fig. 32) o spaziali (Fig. 33).

In particolare possiamo notare come venga evidenziata, nel grafico di Fig. 32 relativo alle Attività Antropiche di Leonia, il miglioramento progressivo che vi è stato in un decennio nel settore Rifiuti e nel settore della Cultura Ambientale e Sviluppo Sostenibile, accompagnato (come effetto?) da un miglioramento degli indicatori riguardanti la disoccupazione ed il reddito medio.

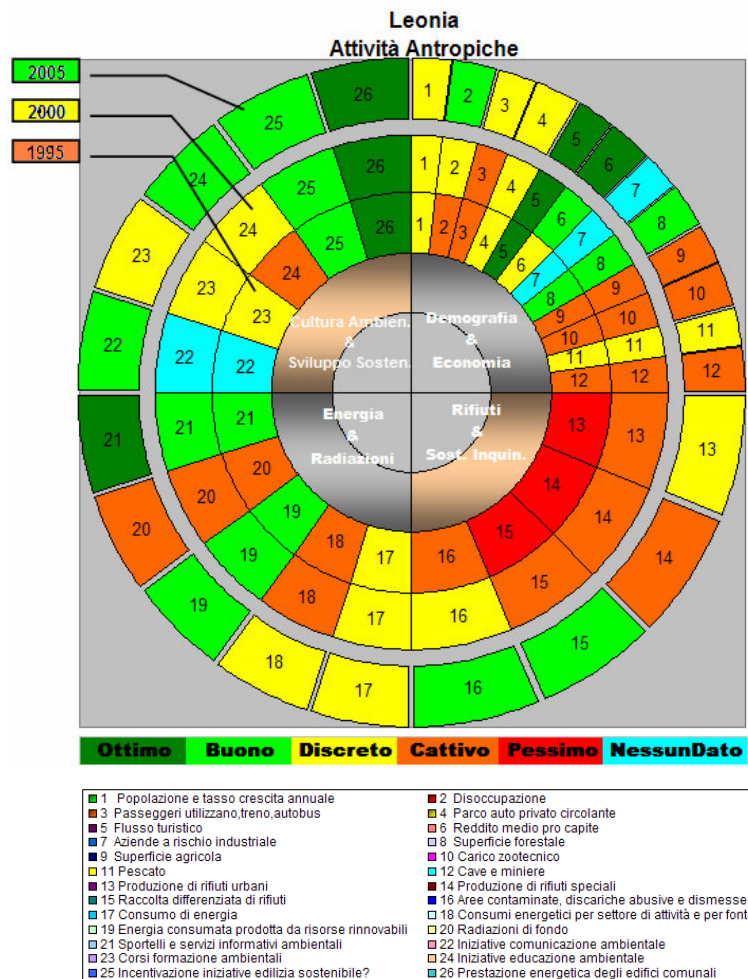


Figura 32 - Risorse Naturali Leonia - Evoluzione temporale

Nella figura seguente il confronto con la media provinciale evidenzia il buono stato degli indicatori per Leonia, riassunto anche con il colore delle etichette in alto a sinistra.

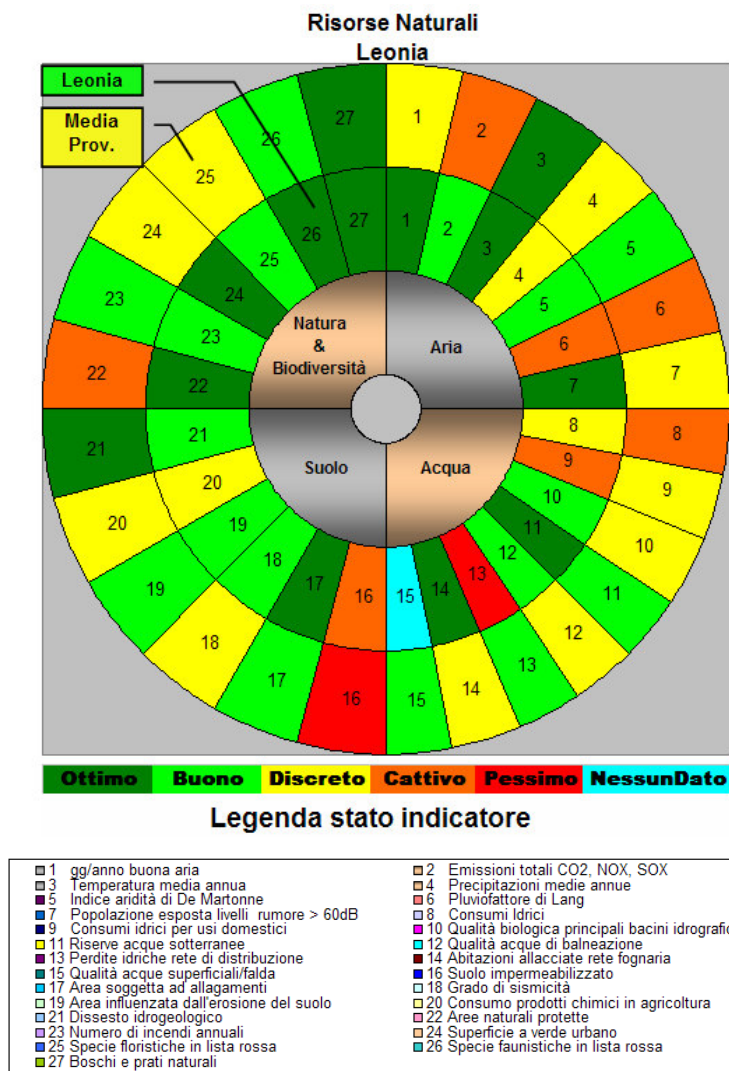


Figura 33 - Risorse Naturali Confronto Leonia - Media prov.

Nelle Figg. 34 e 35 è visualizzato un possibile esempio di grafico interattivo; nella prima figura si può notare come cliccando successivamente sulla parte interna del cerchio il semaforo si “apre”, visualizzando via via le corone esterne ed in pratica disaggregando i dati fino a far comparire gli indicatori di livello più basso.

Nella seconda figura è esemplificato un percorso diverso: cliccando sulla semicorona “Attività Antropiche” compare un semaforo limitato alle aree tematiche di questo settore; passando con il mouse sui vari indicatori viene visualizzata un’etichetta con i valori numerici degli stessi mentre cliccando viene visualizzata una scheda contenente tutte le informazioni disponibili per quell’ indicatore (trend, valori raccomandati, medie nazionali, regionali, provinciali ecc.).

Questi sono solo alcuni esempi e proposte per l’utilizzo del semaforo ambientale; una fase di successiva di sviluppo necessita di ulteriori scelte per fornire specifiche definitive che ne consentano la creazione tramite gli opportuni e già citati linguaggi di programmazione.

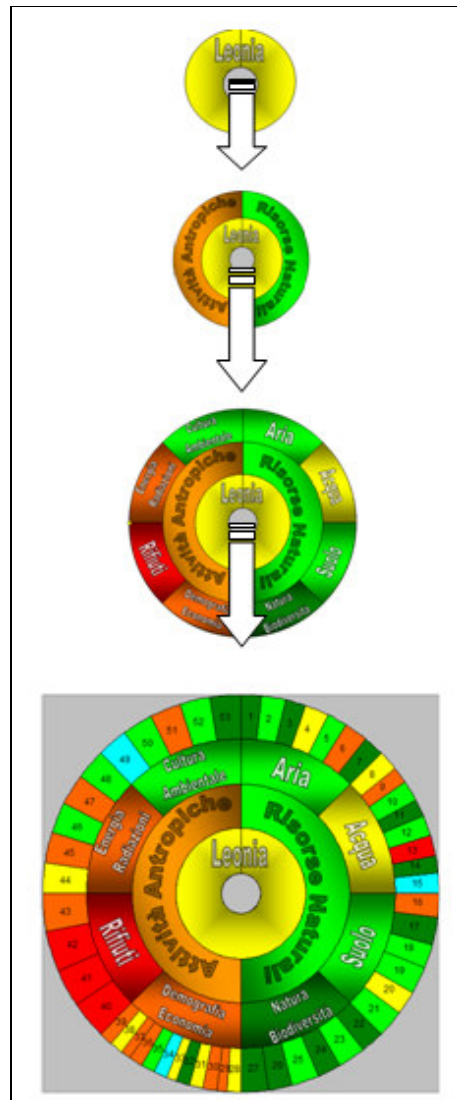


Figura 34 – Interattività: ipotesi 1

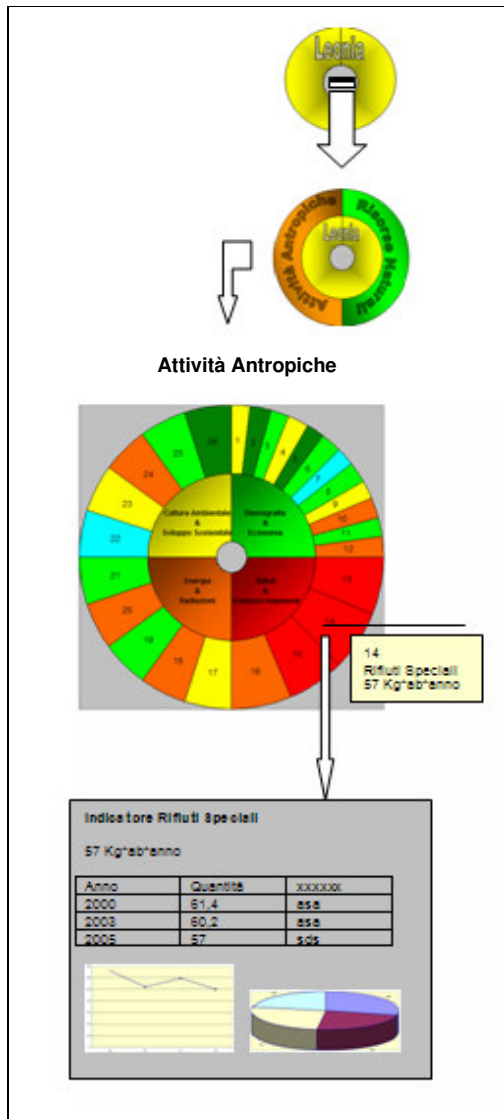


Figura 35 - Interattività: ipotesi 2

Conclusioni

La ricerca di nuovi sistemi e nuove modalità di trasmissione dell'informazione ambientale è sempre aperta così come lo sviluppo di forme di visualizzazione grafica che contribuiscano a fornire indicazioni per processi decisionali tesi ad uno sviluppo sostenibile e alla crescita di una coscienza ambientale diffusa.

Il semaforo ambientale proposto in questa tesi è solo lo spunto su cui sviluppare, soprattutto tramite linguaggi di programmazione quali Java e Flash, nuovi strumenti visivi e interattivi che si avvalgano anche di sistemi informativi geografici (GIS) pur mantenendo le caratteristiche di immediatezza e semplicità interpretativa necessarie per rendere le informazioni ambientali patrimonio collettivo; l'informazione grafica potrà avere diversi livelli di dettaglio (come accade per le usuali mappe) sfumando gradualmente verso dati rappresentati in formati numerici e tabellari, in *report* lungo le dimensioni spaziali e temporali (per esempio *data warehouse*) a seconda dell'uso che l'utente intende farne e delle competenze e conoscenze che l'utente stesso possiede: uno stesso approccio, uno stesso stile visivo che comunichi con il grande pubblico, i decisori e gli esperti.

Appendice A

	A	B	C	D	E	F
	Aree	% Settore Aree	Codice Colore	Indicatori	% Settore Indic.	Codice Colore
1	Aria	0,25	1	1 gg/anno buona aria	0,14280	1
2				2 Emissioni totali CO2, NOX, SOX	0,14280	2
3				3 Temperatura media annua	0,14280	9
4				4 Precipitazioni medie annue	0,14280	2
5				5 Indice aridità di De Martonne	0,14280	1
6				6 Pluviofattore di Lang	0,14280	2
7				7 Popolazione esposta livelli rumore > 60dB	0,14200	2
8	Acqua	0,25	2	8 Consumi Idrici	0,12500	1
9				9 Consumi idrici per usi domestici	0,12500	1
10				10 Qualità biologica principali bacini idrografici	0,12500	3
11				11 Riserve acque sotterranee	0,12500	1
12				12 Qualità acque di balneazione	0,12500	2
13				13 Perdite idriche rete di distribuzione	0,12500	1
14				14 Abitazioni allacciate rete fognaria	0,12500	1
15				15 Qualità acque superficiali/falda	0,12500	9
16	Suolo	0,25	3	16 Suolo impermeabilizzato	0,16666	2
17				17 Area soggetta ad allagamenti	0,16666	2
18				18 Grado di sismicità	0,16666	3
19				19 Area influenzata dall'erosione del suolo	0,16666	2
20				20 Consumo prodotti chimici in agricoltura	0,16666	1
21				21 Dissesto idrogeologico	0,16666	1
22	Natura e Biodiversità	0,25	1	22 Aree naturali protette	0,16666	2
23				23 Numero di incendi annuali	0,16666	2
24				24 Superficie a verde urbano	0,16666	3
25				25 Specie floristiche in lista rossa	0,16666	1
26				26 Specie faunistiche in lista rossa	0,16666	3
27				27 Boschi e prati naturali	0,16666	1
28						
29						

Figura 36 - Foglio Excel sorgente dati grafico

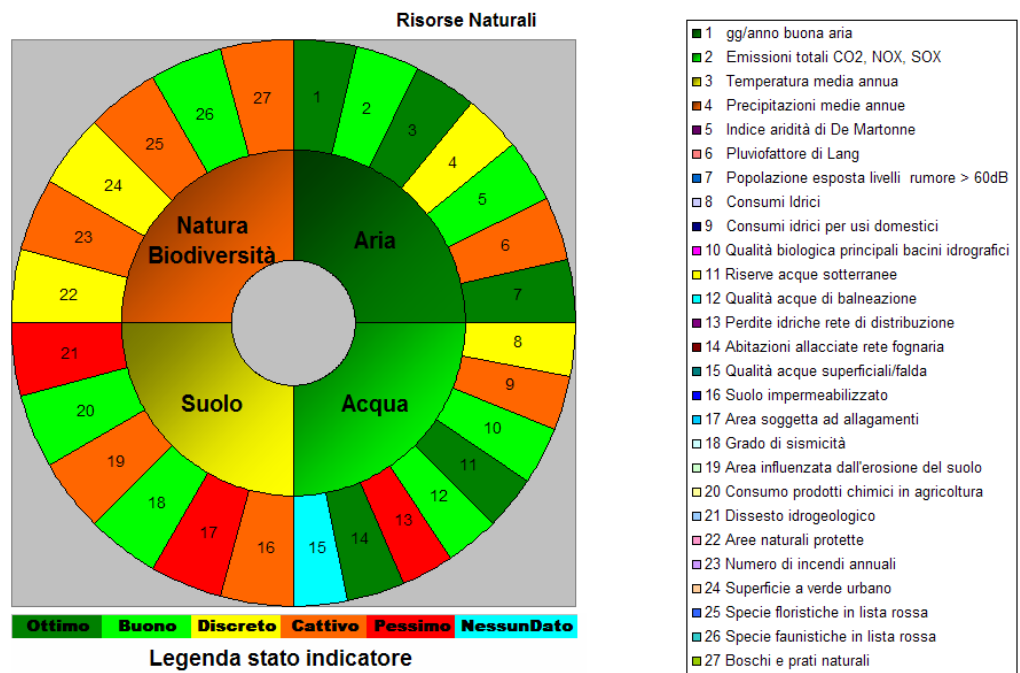


Figura 37 - Grafico "Semaforo ambientale"

Sub crea_Semaforo()

' crea_Semaforo Macro
' Macro registrata il 06/01/2006 da Federico Bo

'variabile per i cicli for
Dim counter As Integer
'array per memorizzare i colori delle aree tematiche
Dim colore_area() As Integer
ReDim colore_area(4)

```
'crea grafico
Charts.Add
ActiveChart.ChartType = xlDoughnut
ActiveChart.SetSourceData Source:=Worksheets("Foglio1").Range("B2,B9,B17,B23"), _
    PlotBy:=xlColumns
ActiveChart.SeriesCollection.NewSeries
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = "=Foglio1!R2C4:R28C4"
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = "=Foglio1!R2C4:R28C4"
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = "=Foglio1!R2C5:R28C5"
ActiveChart.Location Where:=xlLocationAsNewSheet
```

```
'titolo
With ActiveChart
    .HasTitle = True
    .ChartTitle.Characters.Text = "Risorse Naturali"
End With
```

```
'ciclo colorazione settori esterni (indicatori)
For counter = 1 To 27
    ActiveChart.SeriesCollection(2).Points(counter).Select
```

```
With Selection.Interior
```

```
    Select Case Worksheets("Foglio1").Cells(counter + 1, 6).Value
        Case 1
            .Color = RGB(0, 128, 0)
        Case 2
            .Color = RGB(0, 255, 0)
        Case 3
            .Color = RGB(255, 255, 33)
        Case 4
            .Color = RGB(226, 98, 0)
        Case 5
            .Color = RGB(255, 0, 0)
        Case Else
            .Color = RGB(66, 255, 255)
    End Select
```

```
    .Pattern = xlSolid
End With
ActiveChart.SeriesCollection(2).Points(counter).HasDataLabel = True
ActiveChart.SeriesCollection(2).Points(counter).DataLabel.Text = counter
Next counter
```

```
'assegno i valori all'array colore_area
colore_area(0) = Worksheets("Foglio1").Cells(2, 3)
colore_area(1) = Worksheets("Foglio1").Cells(9, 3)
colore_area(2) = Worksheets("Foglio1").Cells(17, 3)
colore_area(3) = Worksheets("Foglio1").Cells(23, 3)
```

```
'ciclo per impostare i colori dei settori interni (aree)
For counter = 1 To 4
    ActiveChart.SeriesCollection(1).Points(counter).Select
```

```
With Selection.Interior
```

```
    Select Case colore_area(counter - 1)
        Case 1
            .Color = RGB(0, 128, 0)
        Case 2
            .Color = RGB(0, 255, 0)
```



```

    Case 3
        .Color = RGB(255, 255, 33)
    Case 4
        .Color = RGB(226, 98, 0)
    Case 5
        .Color = RGB(255, 0, 0)
    Case Else
        .Color = RGB(66, 255, 255)
End Select

    .Pattern = xlSolid
End With
Next counter

'abilito etichette settori interno
ActiveChart.SeriesCollection(1).HasDataLabels = True

'ciclo per assegnare i nomi delle aree nei settori interni
For counter = 1 To 4
With ActiveChart.SeriesCollection(1).Points(counter)
.HasDataLabel = True
.DataLabel.Font.Bold = True
.DataLabel.Font.Size = 14
Select Case counter
    Case 1
        .DataLabel.Text = "Aria"
    Case 2
        .DataLabel.Text = "Acqua"
    Case 3
        .DataLabel.Text = "Suolo"
    Case 4
        .DataLabel.Text = "Natura" & Chr(10) & "Biodiversità"
    Case Else
        .DataLabel.Text = ""
End Select
End With

Next counter

' dimensione anello interno
With ActiveChart.ChartGroups(1)
.VaryByCategories = True
.FirstSliceAngle = 0
.DoughnutHoleSize = 22
End With

'posizione e dimensioni grafico
ActiveChart.PlotArea.Select
Selection.Left = 65
Selection.Top = 57
Selection.Width = 366
Selection.Height = 364
Selection.Left = 65
Selection.Top = 32

'ciclo per sfumature su anello interno
For counter = 1 To 4
ActiveChart.SeriesCollection(1).Points(counter).Select
With Selection.Border
.Weight = xlThin
.LineStyle = xlAutomatic
End With

```

```
Selection.Shadow = False
Selection.Fill.OneColorGradient Style:=msoGradientDiagonalUp, Variant:=2, _
    Degree:=0.231372549019608
With Selection
    .Fill.Visible = True

End With
Next counter

'carica immagine legenda
Application.CutCopyMode = False
ActiveChart.Pictures.Insert( _
    "C:\Documents and Settings\Federico\Desktop\Apat\Tesina\img\legenda.PNG"). _
    Select
Selection.ShapeRange.IncrementLeft 65.32
Selection.ShapeRange.IncrementTop 403.17

ActiveChart.Deselect
End Sub
```

Bibliografia

ANPA, 2000, *Selezione di indicatori ambientali per i temi relativi alla biosfera.*, RTI CTN-CON.

ARPAC – FORMEZ (ARPA Campania e Formez- Centro di Formazione Studi), *Seconda Relazione sullo Stato dell' Ambiente in Campania*, 2004,

http://www.arpacampania.it/acc/dett2_pubblicazione.asp?id_sez=8&id=114&id_area=, 01/06.

Centre d'Estudis d'Informació Ambiental, 1999, *A new model of environmental communication for Europe: from consumption to use of information*, redatto per European Environment Agency, <http://reports.eea.eu.int/92-9167-125-8/en, 01/06>.

Cappelletti, Thomas, 2004, *Ideazione ed utilizzo di un indice per il confronto di alternative di smaltimento dei rifiuti: il caso della Garfagnana*, tesi di laurea in Scienze Ambientali, Università di Pisa, <http://etd.adm.unipi.it/theses/available/etd-05132004-135557/, 01/2006>.

Diamond, Jared, 2005, *Collasso – Come le società scelgono di morire o vivere*, Einaudi, Torino.

EEA (European Environment Agency), 1999, *Environmental indicators: Typology and overview*, EEA, Copenhagen, <http://reports.eea.eu.int/TEC25/en, 01/2006>.

Everett, Jones Gerald, 2005, *Mentire con i grafici*, Mondatori Informatica, Milano.

Frascara, Jorge, 2001, *Visible Language, Diagramming as a way of thinking ecologically*, http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa3982/is_200101/ai_n8946853/pg_1, 12/05.

Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2004, *Guida Europea all'Agenda 21 Locale – La sostenibilità ambientale: linee guida per l'azione locale* a cura di Stefano Pareglio.

Friendly, Michael e Denis, Daniel J., 2005, *Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics and data*

visualization,

<http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/index.html>, 01/06

Istat, 2002, *Gli indicatori ambientali urbani - Anni 2002-2003*

Guida alla lettura dei dati, Istat – DCCE/2.

Jesinghaus, Jochen, 1999, *A European System of Environmental Pressure Indices. First Volume of the Environmental Pressure Indices Handbook: The Indicators*, JRC, Ispra, http://esl.jrc.it/envind/theory/handb_.htm, 01/06

Kulpa, Zenon, 1997, *Diagrammatic: Thinking with Diagrams '97 Position Statement*, <http://www.ippt.gov.pl/~zkulpa/diagrams/twd97.html>, 12/05.

Narayanan, Hari, 1997, *Introduction to Diagrammatic Reasoning*, <http://zeus.cs.hartford.edu/~anderson/intro.html>, 12/2005.

Pompejano, Giovanni Michele, 2005, intervento al convegno *Piccoli Comuni – Strumenti di gestione ambientale a livello locale*.

Saisana, Michaela, 2004, *Composite Indicators: a review*, JRC for Second Workshop on Composite Indicators of Country Performance, Feb. 26-27th 2004, OECD, Paris, <http://www.jrc.cec.eu.int/uasa>, 01/06.

Shin, Sun-Joo e Lemon, Oliver, 2003 *Diagrams*, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2003 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.), <http://plato.stanford.edu/archives/win2003/entries/diagrams>, 12/2005.

Von Baeyer, Hans Christian, 2005, *Informazione – Il nuovo linguaggio della scienza*, Edizioni Dedalo, Bari.

Siti Internet

A21ItalyServer

www.a21italy.it/a21italy/index.php, 01/06

Ambiente Italia

www.ambienteitalia.it, 01/06

Dashboard of Sustainability

esl.jrc.it/envind/, 01/06.

IISD - International Institute for Sustainable Development,
www.iisd.org/cgsdi/dashboard.asp, 01/06.

Legambiente

www.legambiente.com, 01/06.

JRC (Joint Research Centre)

www.jrc.cec.eu.int/, 01/06.

Milestones in the History of Thematic Cartography, Statistical Graphics, and Data Visualization

www.math.yorku.ca/Gallery/milestone, 01/06.

Piccoli Comuni

www.apat.gov.it/site/it-IT/Servizi_per_l'Ambiente/

[Formazione_Ambientale/Divulgazione_ai_piccoli_Comuni](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Divulgazione_ai_piccoli_Comuni), 12/05.

Unione Europea

europa.eu.int, 01/06.

Wikipedia

it.wikipedia.org, 12/05.

Riferimenti Iconografici

Fig. 3, 4: Friendly, Michael e Denis, Daniel J., 2005, *Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics and data visualization*,

<http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/index.html>, 01/06

Fig. 5: Andrews, Keith, 2002, *Information Visualisation - Tutorial Notes*, <http://www2.iicm.edu/ivis/>, 01/06.

Fig. 6: *Repubblica.it - Finanza*, 2006, <http://finanza.repubblica.it/>, 01/06.

Fig. 7, 8: *European Environment Agency Data Service*,
<http://dataservice.eea.eu.int>, 01/06.

Fig. 11: Sartori, Natale e Malesardi, Paola, 2005, *Il questionario di autovalutazione; uno strumento efficace per iniziare il percorso verso l'eccellenza*, pubblicato su Trentino Industriale, numero 6, giugno 2005.

Figg. 12, 13, 17, 18: *2005 Environmental Sustainability Index*, 2005, Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University, Center for International Earth Science Information Network, Columbia University in collaborazione con World Economic Forum, Geneva, Switzerland and Joint Research Centre, Ispra, Italy, <http://www.yale.edu/esi/> .

Figg. 19, 20: *Tools for Composite Indicators Building*, 2005, Joint Research Centre, Ispra, Italy,

<http://farmweb.jrc.cec.eu.int/ci/Document/EUR%2021682%20EN.pdf>

Figg. 21, 22, 23, 24: *Measuring Policy Performance: The Dashboard Tool*, 2005, <http://esl.jrc.it/envind/dashbrds.htm> .