

PAOLO DAINI

LA VALUTAZIONE D'IMPATTO AMBIENTALE NELL'ESPERIENZA TRENTINA DAL 1990 AL 1997 IL CASO DEGLI STUDI PER GLI IMPIANTI IDROELETTRICI (*)

Sono passati ormai diversi anni da quando in Italia si è iniziato a parlare di valutazione d'impatto ambientale (VIA) e, a seguito di direttive europee, sono comparse le prime norme e regolamentazioni. La materia rimane però tutt'altro che chiara rispetto a diversi aspetti: in particolare per quelli normativo (1), gestionale e applicativo. Un poco migliore è forse la situazione sul versante metodologico, dove sono stati prodotti numerosi contributi non solo come studi e ricerche, ma anche attraverso manuali e linee guida. Le indicazioni di metodo si scontrano, però, al momento della stesura concreta degli studi, con difficoltà nel reperimento delle informazioni, nella calibrazione dei modelli adottati e nelle mediazioni con i vincoli procedurali delle amministrazioni. Inoltre, i diversi apporti non si sono ancora fusi in una metodologia univoca che goda del consenso comune, e tali ragioni hanno contribuito al forte divario tuttora presente tra teoria e pratica della materia (2).

Riflettere e indagare sull'insieme degli studi d'impatto prodotti concerne anche la disponibilità effettiva dell'informazione archiviata, ancora in maggior parte su supporto cartaceo ma in corso di informatizzazione, come è il caso per numerose amministrazioni pubbliche. Su altri piani, poi, potrebbe azzardarsi che quota parte di questo faticoso avanzare della valutazione d'impatto sia imputabile ai molti, e spesso rilevanti, interessi che vengono coinvolti dai progetti sottoposti alla VIA, e a questioni intrinseche alla disciplina, che ormai opera in base a concetti come «interdisciplinarietà», «interazione», «sinergia» e, nel dibattito più recente, anche a quelli di «sostenibilità», «capacità portante» e di «sensibilità ambientale» (3).

(*) L'articolo rappresenta unicamente il pensiero dell'autore, il quale ringrazia l'Agenzia provinciale di Trento per la protezione dell'ambiente e, per i numerosi suggerimenti critici, i colleghi dell'Unità organizzativa per la valutazione dell'impatto ambientale.

(1) ABBOZZO P., *VIA e pianificazione territoriale: un'introduzione*, in «Genio Rurale», Bologna, 1997, 4, pp. 44-45.

(2) FREUDENBURG, W.R., *Social Impact Assessment*, in «Annual Rev. of Sociology», Paolo Alto, 1986, pp. 451-478.

(3) Su questi temi la letteratura è ormai vastissima; comunque si segnalano PEZZEY J., *Sustainability: An Interdisciplinary Guide*, in «Environmental Values», Cambridge, 1992, 1, pp.

Se all'inizio la valutazione d'impatto è sorta dal basso e dallo specifico, ossia in connessione con la progettazione di grandi opere puntuali, da qualche anno si sta operando uno spostamento verso la dimensione territoriale, strategica, che punta a un intervento programmatico, di carattere preventivo (su più ampia scala) e legato alla pianificazione urbanistica (4) ed economica. Un orientamento, quest'ultimo, «dall'alto», «globale», che privilegia le caratteristiche ambientali dell'area estesa in cui viene collocato il progetto. Tale spostamento non da poco richiede, con ogni probabilità, ulteriori risorse per essere attuato, in particolare nella pubblica amministrazione, che oggi è chiamata a esprimersi sulla compatibilità o meno dell'intervento progettuale, e, se gli sviluppi di cui sopra troveranno una piena traduzione nelle norme e nella pratica corrente, per il prossimo futuro anche sui piani alle diverse scale territoriali.

Pur non potendo qui approfondire i possibili rapporti in grado di instaurarsi tra la VIA a livello di progetto e quella, auspicata e possibile, a livello di piano, va sottolineato come le amministrazioni siano chiamate in modo sempre più stringente a possedere un quadro complessivo alla scala del territorio di competenza. Ciò coinvolge tanto una dimensione tecnica, quanto di *management* e politica, orientandosi sia verso un aumento della conoscenza e della comprensione, sia verso la facilità di comunicazione e credibilità (5).

Se detto quadro di riferimento ha di sicuro per oggetto l'ambiente, in taluni casi a questo si può aggiungere con profitto quello degli *studi sull'ambiente*, in particolare quando, come nel caso della Provincia Autonoma di Trento, si dispone di un consistente numero di lavori succedutisi nel tempo. L'utilità di effettuare un *check* sull'esperienza realizzata appare palese, se non indispensabile, anche per aggiustare il tiro di norme, regolamenti, linee guida, soglie dimensionali e quant'altro, sia nei procedimenti autorizzativi sia nei processi tra amministrazione, esperti e cittadini.

Evidenti sono pure le indicazioni che se ne possono trarre nei confronti di ciò che il dibattito tecnico-scientifico del settore propone e auspica, quando ci si ponga nella prospettiva del *continuum* che va dalle indicazioni programmatiche e dalla ricerca più avanzata, alle azioni poste in essere e alla loro capacità di diffondersi e attuarsi con successo nelle diverse situazioni. Nel momento in cui si voglia tenere in seria considerazione quella che va sotto il nome di «validità esterna» della ricerca e dei metodi che da essa derivano, in questo caso ancora assai fluidi, sembra difficile ipotizzare che ciò possa essere fatto senza riflettere sulla pratica professionale prodotta. In tal modo è possibile creare una strutturazione dei dati, identificare le somiglianze fra i diversi casi, individuare dei raggruppamenti, dei fattori discriminanti e simili, costituendo sia un passo di conoscenza fondamentale dell'insieme, sia un presupposto per sviluppare studi in profondità su casi singoli, qualora si vo-

321-362; REES W.E., *The Ecology of Sustainable Development*, in «The Ecologist», Wadebridge, 1990, pp.18-23; OPSCHOOR H. e van der STRAATEN J., *Sustainable Development: An Institutional Approach*, in «Ecological Economics», Amsterdam, 1993, pp. 203-222; e sotto il profilo applicativo FUSCHI M., *Verso la città sostenibile. Una prima valutazione dell'ecosistema abruzzese*, in «Boll. Soc. Geogr. Ital.», Roma, 1997, pp. 119-134.

(4) Non mancano «sperimentazioni» di inserimento diretto in procedure urbanistiche a livello locale, come nel recente caso di Bologna; cfr. BOLLINI G. e REMITI P., *La valutazione di impatto ambientale nel PRG di Bologna*, in «Kineo», Milano, 9, pp. 86-90.

(5) Su tale punto, cfr. LEE N. e WALSH F.(1992), *Strategic Environmental Assessment: An Overview*, in «Project Appraisal», Guilford, 1992, 7, 3, pp. 126-136.

lesse adottare un approccio idiografico. In modo ricorrente (6) viene sottolineato tale aggiornamento degli organismi amministrativi, finalizzato ad assicurare una gestione sostenibile dell'ambiente e al tempo stesso a considerare il territorio di competenza nella sua globalità attraverso i sistemi informativi oggi disponibili.

Mosso da queste premesse, che suggeriscono come al *qui e ora* della valutazione d'impatto si addica in pieno l'espressione «i risultati ottenuti sono ancora una volta inferiori agli ideali» (7), il lavoro qui sviluppato intende porsi come un contributo di carattere metodologico applicato al caso concreto di alcuni studi svolti nel Trentino, e anche come occasione per illustrare in breve alcuni aspetti degli studi d'impatto ambientale concernenti uno dei settori più rilevanti a livello locale, quello degli impianti idroelettrici.

Il quadro normativo a livello locale. – La Provincia Autonoma di Trento (PAT) gode dal 1974 di possibilità più ampie delle normali province italiane nel promulgare leggi in molti campi, tra cui quello ambientale e idrico.

La normativa ambientale a livello locale in vigore nell'area di studio deriva dalla direttiva 85/337 CEE, che ha originato in Europa la legislazione ambientale. Nel Trentino la legge che ha istituito la valutazione di impatto ambientale è la legge provinciale (LP) 28, *Disciplina della VIA e ulteriori norme di tutela dell'ambiente*, risalente al 1988, cui è seguito il regolamento di esecuzione istituito con Decreto del Presidente della Giunta Provinciale (DPGP) 13-11/Leg del 1989, modificato nel 1995 con il DPGP 7-21/Leg. Di recente è in corso un adeguamento alle nuove norme a livello nazionale, rappresentate dal DPR 12 aprile 1996, che è un atto di indirizzo e coordinamento in materia di valutazione ambientale, e alla nuova direttiva 97/11 dell'Unione Europea, che subentra alla precedente e ne estende il campo di applicazione precisando anche i criteri di selezione dei progetti.

La figura 1 sintetizza la procedura di VIA oggi seguita nella Provincia Autonoma di Trento.

Nell'ambito di questa procedura, lo schema 1 mostra le soglie dimensionali in vigore, superate le quali i progetti devono essere sottoposti a VIA nell'ambito provinciale.

Di rilievo per l'argomento in questione sono anche la LP 18 del 1976, *Norme in materia di acque pubbliche, opere idrauliche e relativi servizi provinciali*, che assegna i compiti di realizzazione, manutenzione e controllo delle opere idrauliche e la tutela delle acque pubbliche, e il *Piano Generale per l'utilizzazione delle acque pubbliche nel territorio della provincia di Trento*, reso esecutivo con DPR nel 1986, il quale prevede la revisione dei disciplinari per la concessione delle grandi derivazioni idroelettriche. La PAT ha inoltre istituito, con la legge provinciale 11/1995, l'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente (APPA) (8), ma già dal 1988,

(6) MURA P.M., *Per un programma di gestione sostenibile delle regioni italiane*, in «Boll. Soc. Geogr. Ital.», Roma, 1996, pp. 165-189.

(7) JIGGINS J., *Development Impact Assessment: Impact Assessment of Aid Projects in Nonwestern Countries*, in «Impact Assessment», East Lansing, 1995, 1, pp. 47-69.

(8) Con il DL 496 del 4 dicembre 1993, *Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione dell'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente*, in seguito con modifiche convertito nella legge 61 del 21 gennaio 1994, si è avviato un coordinamento degli interventi a minore scala territoriale, regionale e provinciale (autonome), attuato anche attraverso due conferenze nazionali delle ARPA (e APPA), nel 1977 a Torino e nel 1998 a Firenze.

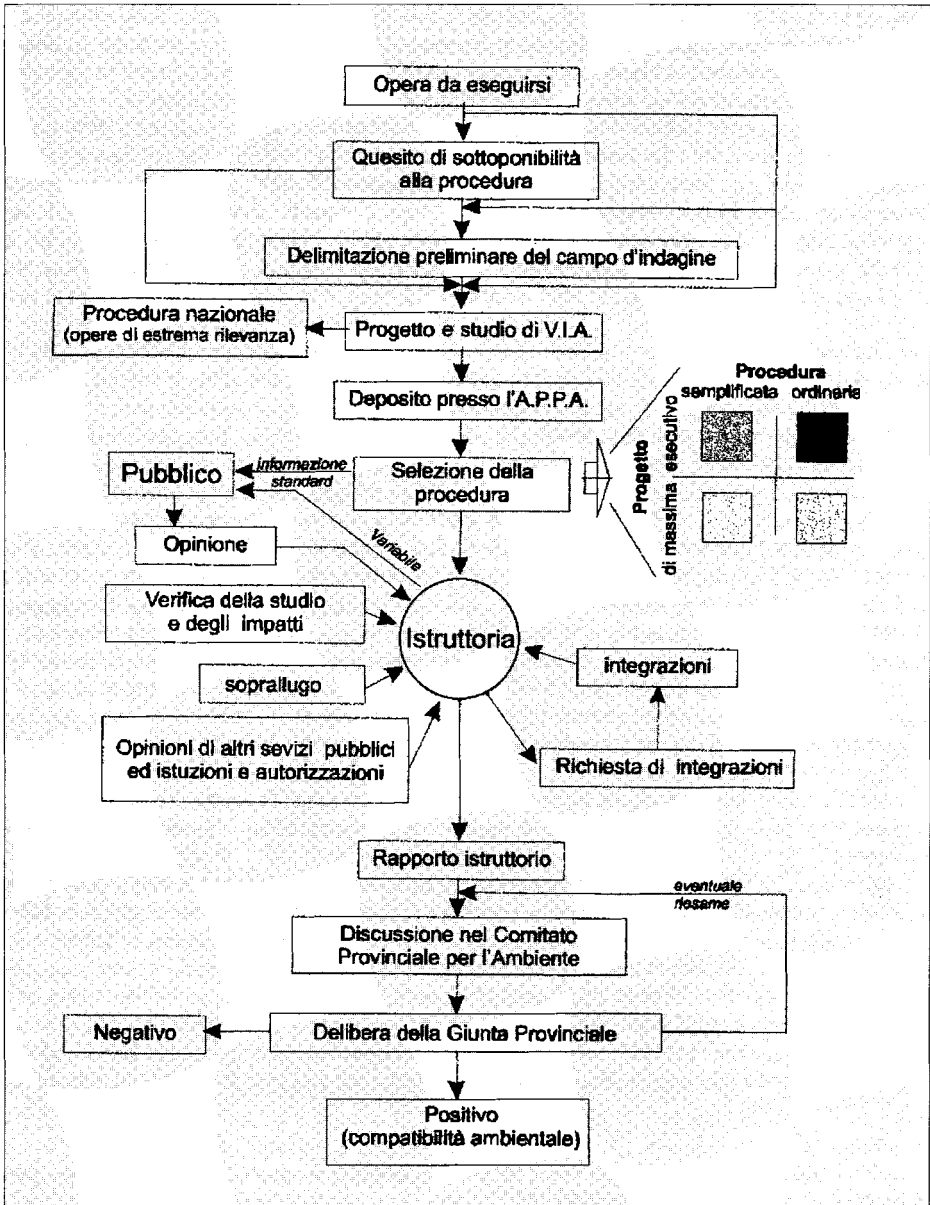


Fig. 1 – Schema complessivo della Valutazione di Impatto Ambientale nella Provincia Autonoma di Trento

Schema 1 – *Soglie-limite per i progetti da sottoporre a procedura di VIA nella Provincia Autonoma di Trento*

	per nuovi progetti		per progetti di modificazione, trasformazione e ampliamento	
	procedura semplificata	procedura ordinaria	procedura semplificata	procedura ordinaria
impianti per la produzione di energia idroelettrica, con esclusione dell'utilizzazione a fini idroelettrici di strutture acquedottistiche potabili, irrigue e industriali, purché non si verifichino aumenti delle portate derivate o variazioni del periodo di derivazione	con potenza elettrica nominale da 220 a 3000 Kw	con potenza elettrica superiore 3000 Kw	per incrementi della potenza elettrica nominale da 220 a 3000 Kw	per incrementi della potenza elettrica nominale superiori a 3000 Kw

Nota: prima di una variazione intervenuta nel 1995, erano soggetti a procedura semplificata i progetti per gli impianti a partire da 20 kW nelle zone di tutela ambientale

utilizzando sia gruppi di lavoro sia gli strumenti normativi locali, la provincia è impegnata a meglio precisare i criteri per la valutazione degli impatti ambientali nello specifico caso degli impianti di produzione di energia idroelettrica.

Il settore idroelettrico nella Provincia Autonoma di Trento. – Prima di passare agli studi d'impatto, sembra necessario presentare un sintetico profilo complessivo del settore energetico, con particolare riguardo agli impianti idroelettrici, parte dei quali a partire dal 1990 è stata appunto accompagnata, al momento della progettazione, da studi di valutazione ambientale.

La tabella 1, che riassume la situazione sotto il profilo energetico al 1990, mette in evidenza l'importanza del settore idroelettrico.

Nel tempo, tra il 1980 e il 1990, il bilancio energetico *import-export* è peggiorato: nel periodo 1980-90 i fabbisogni totali sono passati da 1.112.000 tep a 1.465.000 tep (+32%) con una contemporanea triplicazione delle importazioni. La produzione idroelettrica è diminuita, passando da 814.440 tep nel 1980 a 807.840 tep nel 1985, mentre l'aumento dei fabbisogni è stato soddisfatto attraverso le importazioni di gas naturale (260.000 tep) e il consumo interno di energia idroelettrica (70.000 tep). Esiste quindi oggi un *deficit* energetico strutturale, anche se inferiore in termini percentuali a quello nazionale italiano, che rende difficile pensare di raggiungere una autosufficienza energetica a livello provinciale.

La produzione di energia idroelettrica, che con circa 4×10^9 kWh annue rappresenta il 97% della produzione totale provinciale, è realizzata da 284 impianti (al 1994); essa costituisce circa il 7,7% della capacità idroelettrica italiana totale. La tabella 2 e la figura 2 considerano gli impianti esistenti in Trentino divisi per grandezza.

Tab. 1 – *Bilancio energetico della Provincia Autonoma di Trento al 1990 (tep)*

	produzione interna	importazioni	esportazioni	totale	consumi finali
combustibili solidi	46.080	47.477		93.527	73.068
petrolio e derivati		608.846		608.846	604.861
gas naturale		299.359		299.359	265.642
energia idroelettrica	621.280			621.280	
elettricità			(-157.477)	(-157.477)	193.775
totale	667.360	955.652	(-157.477)		
necessità totali				1.465.553	
totale				1.137.346	

Nota: la differenza tra il totale delle necessità e il totale generale dei consumi finali è dovuto alle perdite del settore energetico e alla trasformazione in energia elettrica

Fonte: rielaborazione su informazioni contenute in PAT-SERVIZIO ENERGIA, *Piano Energetico Provinciale*. Bozza, Trento, 1995

Tab. 2 – *Impianti idroelettrici esistenti nel Trentino (1994)*

impianti con	potenza nominale lorda		
	n.	KW	%
potenza < 220kW	208	5.241	0,8
220kW>potenza< 3MW	54	40.260	6,2
potenza > 3MW	24	602.842	93,0
totale	286	648.343	100,0

Fonte: rielaborazione su informazioni contenute in PAT-SERVIZIO ENERGIA, Ibid.

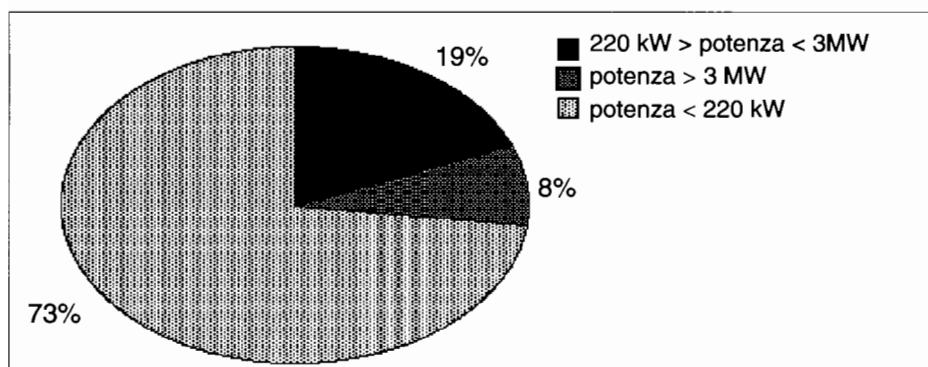


Fig. 2 – *Impianti idroelettrici nel Trentino (1994). Percentuali per classi di potenza*

Fonte: rielaborazione su informazioni contenute in PAT-SERVIZIO ENERGIA, Ibid.

I tipi di impianti si rifanno a due schemi idraulici principali: le centrali ad acqua fluente e quelle con bacino di accumulo. Il primo tipo viene utilizzato per impianti di potenza contenuta, fino a 3000 kW, e richiede opere di derivazione più piccole e flessibili in termini di impatti ambientali. Il tipo con canale di gronda e bacino di accumulo a servizio stagionale è tipico dei grandi impianti, che in Trentino risalgono a prima del 1965.

Anche se gli impianti esistenti sono considerati sufficienti per soddisfare i bisogni del 2000, si stima che esista in Trentino un potenziale idroelettrico residuo di circa 1 x 109 kWh. La PAT, come le altre regioni e province autonome italiane e in forza di una legge nazionale del 1991, ha redatto un piano energetico, in corso di approvazione, relativo all'uso delle fonti rinnovabili di energia, che tra gli altri obiettivi ha quello di ridurre i danni arrecati ai corsi d'acqua, disponendo che almeno il 33,3% della portata minima continua scorra negli alvei (9). Inoltre, dal 1980, la PAT eroga con leggi locali contributi per incentivare la costruzione e il potenziamento degli impianti idroelettrici sia agli enti locali sia agli autoproduttori, in particolare su piccoli corsi d'acqua, acquedotti e opere di accumulo idrico.

Le finalità, gli strumenti e il metodo dell'indagine. – L'obiettivo finale della presente indagine è, attraverso l'applicazione di metodi che sono ancora poco utilizzati nel settore, una prima analisi delle similarità tra gli studi d'impatto, sulla base di informazioni che siano riferibili a criteri e aspetti presenti nelle indicazioni metodologiche proposte dalla letteratura (nazionale e internazionale), che riescano a caratterizzare gli studi stessi, rinvenendo eventuali strutture di somiglianza e gerarchie e, in subordine, che effettivamente siano reperibili, comunicabili, già presenti o facilmente inseribili in ambito normativo. Si tratta, in sintesi, di cercare un migliore collegamento fra la sfera scientifica/metodologica e quella pratica/applicativa, collegamento assunto come finalità sostanziale.

Una prima scelta riguarda l'interesse per il quadro d'insieme; qui, pertanto, non ci si rivolgerà a studiare qualche caso «in profondità» per estendere poi le risultanze, con processo induttivo, all'insieme degli studi; analisi di tal genere sembrano assai più proficue come sviluppo e/o validazione successiva, quando già si possiede un primo quadro generale, limitando così l'influenza della «estrapolazione», che in materia di valutazione d'impatto è tanto diffusa e seducente quanto rischiosa.

Operando su categorie molto diverse per natura e proprietà, la decisione di basarsi sul complesso porta a escludere per alcune variabili il *come*, anche in ragione del fatto che i metodi e le tecniche sono sovrapponibili solo in parte. L'esempio che segue cerca di chiarire il punto, importante sotto il profilo concettuale e metodologico.

Negli studi d'impatto, un aspetto ambientale che viene in pratica sempre affrontato è quello delle influenze dell'opera nei confronti del paesaggio, il quale si lega, fra l'altro, alla disciplina, più antica, della tutela urbanistica. Volendo «classificare» una serie di studi d'impatto, ci si può limitare a verificare se la componente paesaggio è presente nell'indice dei capitoli dello studio, oppure entrare anche nel merito del *come* è stata trattata. Possono trovarsi con facilità studi che esprimono in poche righe il parere di uno specialista in forma sintetica e complessiva sull'impatto in que-

(9) Sui risvolti economico-ambientali della questione, cfr. BATTISTEL G.A. e PONTALTI L., *Valore d'uso reale dei corsi d'acqua dell'area alpina*, in BETTI L. (a cura di), *Atti del Convegno «Tecniche di ingegneria naturalistica e rinaturalizzazione in ambito fluviale applicate alla gestione ittica e alla pesca»*, 1996.

stione, oppure studi che utilizzano tecniche basate su interviste (10) e/o che analizzano dei parametri geomorfologici del territorio (11) (antropizzato e non), o che si servono di tecniche di simulazione.

Il lavoro qui effettuato si articola in due momenti, sviluppati in sequenza: in primo luogo, una esposizione statistico-descrittiva, estremamente sintetica e non sistematica, degli andamenti osservati per alcune delle variabili prese in esame, attraverso grafici commentati; quindi la fase centrale, condotta mediante tecniche proprie della statistica multivariata e multidimensionale, nel senso che «assume l'esistenza di più dimensioni sottostanti l'insieme di variabili analizzato» (12), e si traduce a sua volta in una prima fase con la determinazione della similarità (o dissimilarità) tra gli studi che compongono il *set*, e in una seconda che partendo dalla precedente sviluppa un'analisi di raggruppamento. Gli scopi della scelta di due «passi» nel momento principale della ricerca sono diverse: il primo è di raggiungere un quadro degli studi d'impatto in un modo che tenga conto contemporaneamente delle molteplici dimensioni, rappresentando l'intensità della relazione di somiglianza tra studio e studio; a questo primo risultato si è inteso aggiungere un'indagine esplorativa sulla collocazione dei grappoli di studi che risultano «vicini» fra loro, e per questo nell'impostare l'analisi di raggruppamento si è partiti dalla stessa similarità, concetto che appare meglio aderire alla natura dei dati in questione, al posto di una diretta misura, magari euclidea, di distanza. La successiva conversione delle similarità in distanze, attuata anche per facilitare la presentazione dei risultati grafici, quasi sempre espressi con distanze, non fa venire meno che la presente applicazione di *clustering* sia stata impostata sul primo, più generale concetto.

Similarità. Con le variabili trattate si pone immediatamente la scelta di misurare come e quanto uno studio possa essere «vicino o lontano» rispetto a ciascun altro, visto che l'usuale distanza euclidea male si adatta, a livello concettuale, al caso in questione (13). Per qualificare tali relazioni fra le unità è possibile rifarsi ai concetti di *similarità*, *dissimilarità* e *distanza*, rispetto ai quali sono disponibili un'ampia serie di indici e misure che godono di differenti proprietà.

Le relazioni di similarità sono come noto più generali e «flessibili», nel senso che richiedono che sia considerato valido tra gli oggetti un minor numero di assunti rispetto a quelle metriche. Tornando alla matrice originaria, definibile di *profili* e costituita da n (28) oggetti $\times$ p (9) caratteristiche, vengono calcolate le $n(n-1)/2$ similarità tra le singole coppie di entità, che possono presentarsi con la forma compatta:

(10) SHAFER E.L., HAMILTON J.F. e SCHMIDT E., *Natural Landscape Preference: A Predictive Model*, in «Journal of Leisure Research», 1969, 1, pp. 1-19; ULRICH R.S., *Visual Landscape Preference: A Model and Application*, in «Man-Environment Systems», 1977, 7, pp. 279-299.

(11) Come le tecniche derivate dalla proposta di Hebblethwaite nel 1973, e oggi presenti in programmi computerizzati, che partono dall'andamento delle curve di livello del terreno e dei punti di visuale, analizzando l'area in modo sistematico. Al riguardo, anche se non recentissimo, cfr. SMARDON R.C., PALMER J.F. e FELLEMAN J.P., *Foundations for Visual Project Analysis*, New York, John Wiley and Sons, 1986.

(12) FABBRIS L., *Analisi esplorativa di dati multidimensionali*, Padova, CLEUP, 1990 (2a ediz.).

(13) Sui concetti di similarità e distanza come relazioni, e su come costruire spazi da distanze, una lucida quanto concisa esposizione con esempi che attingono a numerose discipline (geografia, psicologia, economia, ecc.) può trovarsi in GATRELL A.C., *Distance and Space: A Geographical Perspective*, Oxford, Oxford University Press, 1983.

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & 1 & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

La matrice di similarità, o somiglianze, quadrata e tendenzialmente simmetrica, presenta il suo elemento generico s_{ij} che esprime una misura, di quantità o su scala ordinale, della similarità tra l'oggetto i e j (14). Da sottolineare che nel passaggio dalla matrice dei dati grezzi a quest'ultima, le p caratteristiche non sono più esplicitamente rappresentate.

Le misure di similarità sono spesso usate in diversi settori che trattano con variabili dicotomiche del tipo «presenza/assenza», attraverso numerosi coefficienti. Per essi, il dibattito è incentrato principalmente sul valore da dare alle corrispondenze negative («matches» di assenza) e al peso relativo dei casi di presenza-presenza dell'attributo e i casi di assenza-assenza. Tra le diverse possibilità offerte dalla letteratura del settore, è stato adottato un indice di similarità proposto diversi anni fa, il quale si presenta semplice, viene ricordato da diversi autori, ed è espressamente indirizzato a matrici di variabili su scale di misura «miste»: il coefficiente di Gower (15) viene definito come

$$S_{ij} = \sum_{k=1}^p s_{ijk} / \sum_{k=1}^p w_{ijk}$$

con $i, j = 1, \dots, n$ entità che vengono confrontate; $k = 1, \dots, p$ variabili/mutabili considerate; s punteggio; e w peso (16).

(14) Nel caso usuale si sta rappresentando l'associazione tra i e j , e come definizione della misura di similarità si può assumere la seguente funzione reale non negativa con gli assiomi: a) $0 \leq s(x_i, x_j) \leq 1$ per $x_i \neq x_j$; b) $s(x_i, x_i) = 1$; c) $s(x_i, x_j) = s(x_j, x_i)$ (simmetria); cfr. DURAN B.S. e ODELL P.K., *Cluster Analysis. A Survey*, Berlino, Springer Verlag, 1974. Altri autori propongono per il valore sulla diagonale (punto b precedente) il valore massimo dell'affinità; nel caso che si facesse valutare a m esperti la similarità tra ogni coppia di oggetti su di una scala a 5 o 7 punti ($x_{ii} = 5m$ o $7m$). L'assunzione della simmetria nel mettere in relazione due entità, sebbene adottata in modo diffuso, a volte anche per necessarie semplificazioni pratiche, va guardata con riflessione critica, come molti autori provenienti dalla disciplina psicologica hanno messo in evidenza. Nell'esprimere somiglianza, si presentano assai spesso effetti direzionali tra i due termini del giudizio, cosa evidente in particolare con le analogie e le metafore: è più probabile sentir dire «oggi l'Adige è come una furia», piuttosto che «oggi la furia è come l'Adige». Va considerata la possibilità che in una situazione in cui si chieda a un gruppo di esperti di valutare con un giudizio sintetico un gruppo di $a, b, c, \dots, n$ impianti idroelettrici di cui conoscono p caratteristiche, con confronti a coppie – metodo che fortunatamente inizia a diffondersi nella pratica: l'impianto a (quanto) è simile al b ?, il b al c ? – subentrino effetti di non simmetria (e anche di prototipicità e di non transitività tra una terna di impianti a, b e c), ossia che al mutare dell'ordine di presentazione di a e b (o c) nella domanda cambi il giudizio; su queste problematiche della similarità, proprie dell'approccio psicologico ma che si ritengono decisamente pertinenti anche nella valutazione ambientale, cfr. TVERSKY A., *Features of Similarity*, in «Psychological Review», Washington, 1977, pp. 327-352.

(15) Cfr. GOWER J.C., *A General Coefficient of Similarity and Some of Its Properties*, in «Biometrics», New Haven, 1971, pp. 857-874.

(16) Il peso w è interpretato nel senso più semplice proposto inizialmente dall'autore, di indicare se la comparazione sulla k -esima variabile sia possibile; ciò non impedisce che l'indice possa essere esteso incorporando pesi relativi fra i diversi caratteri (variabili considerate).

Il peso w_{ijk} è posto uguale 1 se sulla k-esima variabile l'oggetto i e quello j possono essere comparati; è posto uguale a 0 quando la k-esima variabile è mancante su una od entrambe le entità. Ogniqualvolta $w_{ijk} = 0$, anche $s_{ijk} = 0$ e se $w_{ijk} = 0$ per tutte le variabili, il coefficiente S_{ij} è indefinito.

Nel caso di dati di tipo *binario* si ha sulla k-esima variabile:

entità i	+	+	-	-
entità j	+	-	+	-
punteggio s_{ijk}	1	0	0	0
peso w_{ijk}	1	1	1	0

In tale caso, quando si trattano solo matrici binarie, S_{ij} coincide con il più noto coefficiente di Jaccard (17).

Nel caso di dati di tipo *qualitativo*, $s_{ijk} = 1$ se le due entità i e j presentano la stessa modalità del k-esimo carattere, e $s_{ijk} = 0$ se esse differiscono.

Nel caso di dati *quantitativi*, $s_{ijk} = 1 - X_{ik} - X_{jk} / R_k$ con X_{ik} il punteggio (numerico) che possiede l'entità i sulla k-esima variabile; X_{jk} quello dell'entità j ; R_k il campo di variazione (max-min) della k-esima variabile. L'indice opera quindi una standardizzazione delle variabili di quest'ultimo tipo basata sul campo di variazione.

L'analisi dei gruppi (*clustering*). Strumento di ricerca originato nelle scienze naturali e da diverso tempo diffuso anche in quelle sociali, mira in via principale ad assegnare entità multivariate a un ridotto numero di classi non definite *a priori*, distinguendosi così dall'analisi di classificazione multipla, intesa e definita più chiaramente come analisi delle funzioni discriminanti nella quale le categorie sono fissate *a priori*. Risulta evidente come la *cluster analysis* si indirizzi in pieno anche a un problema ricorrente nella pratica operativa della pubblica amministrazione: quello di precisare le omogeneità su di un complesso di fenomeni di cui si sono indagate o rese disponibili una serie di informazioni di varia natura, passaggio che può ritenersi quasi indispensabile per fissare soglie, categorie normative a ragion veduta. Tra le finalità specifiche del metodo, dal punto di vista «tecnico» si annoverano le seguenti (Rizzi) (18): individuazione di reali tipologie; predizioni basate su gruppi; esplorazione di dati; individuazione di strati a fini di campionamento; adattamento di un modello; validazione di ipotesi; riduzione di dati. Il Fabbris (19) propone per la *cluster analysis* i seguenti ambiti di rilevanza: generare ipotesi di ricerca; attribuire alle entità valori noti con accuratezza solo per la classe; identificare gruppi omogenei; identificare i tipi; ridurre i dati; costruire sistemi di classificazione automatica; stratificare popolazioni da sottoporre a campionamento. Oltre all'ampia sovrapposizione tra le due liste, si evidenziano le potenzialità dello strumento nei confronti dello specifico dei problemi legati alla gestione ambientale. La costruzione di sistemi di classificazione automatica è da considerarsi, per esempio, punto chiave anche del monitoraggio ambientale, stante il flusso assai denso di dati, per strutturare e ritrovare le informazioni. Ancora, l'identificare gruppi omogenei

(17) Questo coefficiente non considera nel calcolo della somiglianza gli attributi (variabili) che sono assenti in entrambe le entità. Una spiegazione in chiave comparativa con altri coefficienti si trova in FABBRIS L., *Analisi esplorativa di dati multidimensionali*, Padova, CLEUP, 1983.

(18) RIZZI A., *Analisi dei gruppi*, Roma, La Goliardica, 1981.

(19) FABBRIS L., op. cit.

permette di stabilire un certo grado di surrogabilità tra le unità interne a una *classe* (che non necessariamente possiedono tutti i medesimi attributi) e migliora la riconoscibilità di quest'ultima, cosa che si rende progressivamente più difficile all'aumentare delle variabili considerate (e nel campo ambientale si lavora sempre con un consistente numero di dimensioni).

Per il concetto di gruppo, la cui definizione è spesso lasciata alle specifiche del metodo o dell'algoritmo con cui questo è implementato, si propone qui quella del Sadocchi (20): «Dato un certo insieme A di n unità sulle quali sono state rilevate q caratteristiche, può essere definito come «grappolo» ogni sotto-insieme di A , quando è possibile individuare nelle unità appartenenti a detto sotto-insieme una regolarità di comportamento, rispetto alle q variabili considerate, distinto da quello delle unità che appartengono ad altri sotto-insiemi». Il concetto di gruppo (grappolo, *cluster*), oltre che alla specificazione di una qualche «forma», risulta estremamente legato anche a quelli di similarità e distanza fra le unità (o variabili), ai quali si è accennato in precedenza. Altre qualità riferite ai *clusters* sono che le entità risultano «connesse» o «compatte» o, secondo altri autori, «omeostatiche» (e di converso «segregate»).

Immaginando uno spazio p -dimensionale rappresentato da p assi i valori lungo i quali formano le coordinate delle entità in tale spazio, i *clusters* possono essere visti come regioni continue in cui i punti (entità) si presentano con alta densità.

In modo sintetico, il processo che porta all'individuazione di gruppi (riferiti alle unità) consta di quattro passaggi base: scelta degli indicatori (determinare le variabili); relazione tra le unità (misura di prossimità tra gli oggetti); tipo di algoritmo di raggruppamento; parametri dell'algoritmo; più, ovviamente, la conclusione interpretativa finale di quanto emerso.

I diversi metodi per condurre analisi di raggruppamento possono essere classificati in alcune categorie principali; di frequente, viene proposto il seguente schema: *a*) tecniche *gerarchiche*, dove ciascuna classe è compresa in una classe più ampia, e questa a sua volta in una superiore sino a raggiungere l'insieme di unità considerato; tali sistemi suddividono il *set* iniziale di oggetti, «nidificando» le classi e ogni unità può appartenere, allo stesso livello, a una sola classe; è da sottolineare che detti metodi presentano in uscita non una singola partizione, ma una serie la quale fornisce un quadro globale della struttura in termini di distanze; il modo più usuale di rappresentazione grafica con tali tecniche è il diagramma ad albero (dendrogramma) (21), sorta di grafico in un piano cartesiano ove in ascisse sono posti gli oggetti e sulle ordinate i livelli di distanza (o prossimità) tra le entità che vengono mano mano aggregate (22); *b*) tecniche *non gerarchiche*, che mirano a una ripartizione diretta delle n unità in r *clusters*, producendo una sola partizione; richiedono, nella maggioranza dei casi, di decidere in precedenza il numero di gruppi (noto in alcuni casi per ragioni di diverso genere), e rendono possibile ottenere più soluzioni con un numero di raggruppamenti variabile, che possono essere confrontate mediante indici di sintesi solo sulla classificazione complessiva ottenuta.

Nei due insiemi di tecniche si individuano, ulteriormente, diversi modi di procedere; per le tecniche di analisi *gerarchica* si hanno *sistemi agglomerativi*, che parto-

(20) SADOCCHI S., *Manuale di analisi statistica multivariata per le scienze sociali*, Milano, F. Angeli, 1987 (3a ediz.).

(21) Per la visualizzazione d'insieme sono utilizzati anche i grafici a «stalattiti» e «stalagmiti».

(22) E' importante ricordare, come fa presente il Sadocchi (op. cit., p. 216), che «ad ogni livello di distanza, corrisponde una partizione, mentre ad ogni partizione corrispondono infiniti livelli di distanza compresi tra quelli che individuano due successive fusioni».

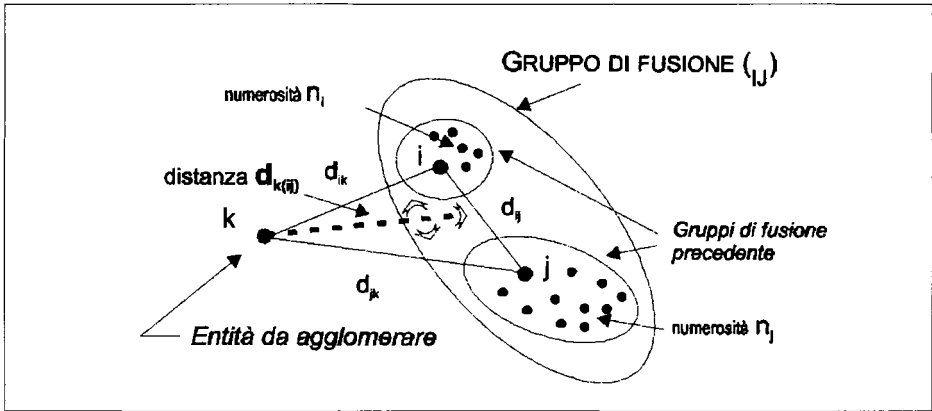


Fig. 3 - Distanze fra entità e gruppi nel processo di clustering

no «dal basso» delle singole unità, fondendole in gruppi sempre più numerosi, sino a comprenderle tutte; *sistemi scissori*, che viceversa partono dall'insieme complessivo di oggetti, e «dall'alto» ripartiscono il gruppo in sottoinsiemi sino al $(n-1)$ esimo passaggio che fa giungere alla separazione completa di tutte le entità. Fra le tecniche *non gerarchiche* sono individuabili quelle che producono in uscita *partizioni*, dove fissato il numero di gruppi è possibile classificare ciascun oggetto in una sola classe; *classi sovrapposte (clumping)*, nelle quali viene rimosso il vincolo che la singola entità debba appartenere a un'unica classe.

Nell'ambito delle tecniche gerarchiche, i metodi agglomerativi, più «empirici», hanno trovato maggiore applicazione quando il numero delle unità e caratteristiche risulta elevato: nel procedimento iterativo, partendo dalla matrice delle distanze (prossimità, similarità, dissimilarità), si individuano le due unità più prossime, si fondono in un gruppo (all'interno del quale la distanza si pone nulla) e si ricalcolano le distanze tra il gruppo così costituito e le rimanenti $n-1$ entità. Si ripete la ricerca dell'unità successiva k più prossima sulla matrice di ordine $n-1$, la si aggrega e si ricalcolano le distanze (prossimità) con il gruppo «aggiornato» e le restanti $n-2$ entità. L'iterazione termina quando viene aggiunta l'ultima unità. Diversi metodi specifici (23) si caratterizzano al momento del ricalcolo delle prossimità (o distanze) (24), ossia del tipo di prossimità che si assume che valga tra il gruppo di nuova formazione e le rimanenti unità. La figura 3 cerca di chiarire il punto.

Quanto alle tecniche scissorie o divisive, esse operano dall'alto in basso all'opposto delle precedenti, suddividono il *set* delle n entità in due e cercano partizioni che soddisfino a un qualche criterio di ottimo rispetto a una misura di variabilità

(23) L'esposizione si limita agli algoritmi classici più noti, rimandando per i numerosi altri ai testi citati.

(24) Alcune delle tecniche più rilevanti sono illustrate in SPÄTH H., *Cluster Analysis Algorithms for Data Reduction and Classification of Objects*, Chichester, Ellis Horwood, 1980; LANCE G.N. e WILLIAMS W.T., *A General Theory of Classificatory Sorting Strategies. I: Hierarchical Systems*, in «Computer Journal», Londra, 1967, pp. 373-380; Mc QUITTY L.L., *Similarity Analysis by Reciprocal Pairs for Discrete and Continuous Data*, in «Educational and Psychological Measurement», Durham, 1966, pp. 441-456.

multidimensionale. Le difficoltà computazionali per esplorare in modo esaustivo le partizioni diventano presto insormontabili all'aumentare degli oggetti, poiché vi sono $2n-1-1$ possibili bipartizioni dell'insieme complessivo; così con $n = 28$ si hanno $1,34 \times 108$ possibili suddivisioni. Si ricorre pertanto a metodi che ricercano soluzioni di ottimo relativo partendo da centri scelti in modo «esogeno».

Come sistema generale dei metodi divisivi si può assumere quello di Edwards e Cavalli-Sforza (25), il quale si basa sulla matrice (di dispersione) T delle devianze-codevianze (d-c) delle variabili utilizzate, scomponendola in

$$T = W + B$$

dove W è la matrice d-c calcolata per r-esimo gruppo e B la matrice d-c tra i gruppi. Il metodo utilizza la ricerca del minimo della traccia di W , il quale, poiché è invariante la traccia (totale) di T al variare dei gruppi, equivale a massimizzare la traccia di B . La traccia di W corrisponde alla somma dei quadrati delle distanze di ciascun punto dal punto medio del gruppo cui appartiene. Anche in questo caso, vari altri metodi sono stati proposti (26).

Le tecniche non gerarchiche sono in genere più informative e danno risultati intermedi con indici sulla qualità, e sono più efficienti quando si cerchino gruppi con forte omogeneità interna. I metodi gerarchici richiedono calcoli di mole minore, ma sono più rigidi e possono trascinare eventuali errori di aggregazione che fossero presenti nei primi stadi. Le tecniche non gerarchiche, tuttavia, sono da utilizzare con cautela quando non si disponga già in precedenza di una discreta conoscenza del problema e delle informazioni da trattare.

Il metodo scelto, qui, per l'applicazione è quello delle tecniche gerarchiche, poiché non vi sono ricerche precedenti sulla struttura di similarità, né indicazioni di natura multivariata dei dati che possano suggerire punti «di partenza» per impostare partizioni iniziali di analisi di tipo non gerarchico, scontando i limiti dei sistemi gerarchici.

L'analisi è stata condotta per tre algoritmi aggregativi (del legame singolo, del legame completo e della mediana), al fine di meglio evidenziare eventuali diverse caratteristiche dei dati.

Le informazioni di base. – L'archivio consultabile degli studi d'impatto, in corso di informatizzazione, presso la Unità organizzativa per la VIA nell'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente di Trento, costituisce la fonte delle informazioni, e nel suo genere è uno più vecchi e forse maggiori in Italia. Gli studi che vi si sono accumulati dall'inizio degli anni '90 sono oggi in numero di circa 230, riferiti a 12 diverse categorie principali secondo il tipo di opera (strade, industrie, piste da sci, metanodotti, dighe, ecc.), e fra questi sono stati estratti tutti gli studi relativi agli impianti idroelettrici sottoposti a procedura di VIA dal 1990 a fine 1997, che sono in numero di 28. La figura 4 illustra l'ubicazione dei ventotto impianti nel territorio della Provincia Autonoma di Trento.

(25) EDWARDS W. e CAVALLI-SFORZA L., *A Method of Cluster Analysis*, in «Biometrics», New Haven, 1965, pp. 362-375.

(26) FRIEDMAN H.P. e RUBIN J. (1967), *On Some Invariant Criteria for Grouping Data*, in «Journal of American Statistical Ass.», 1967, pp. 1159-1178; LAMBERT J.M. e WILLIAMS W.T., *Multivariate Methods in Plant Ecology. IV. Comparison of Information Analysis and Association Analysis*, in «Journal of Ecology», 1966, pp. 635-664; SANNA F.M., *Metodi per l'analisi multivariata di indicatori territoriali*, in «Boll. Soc. Geogr. Ital.», Roma, 1991, pp. 701-715.

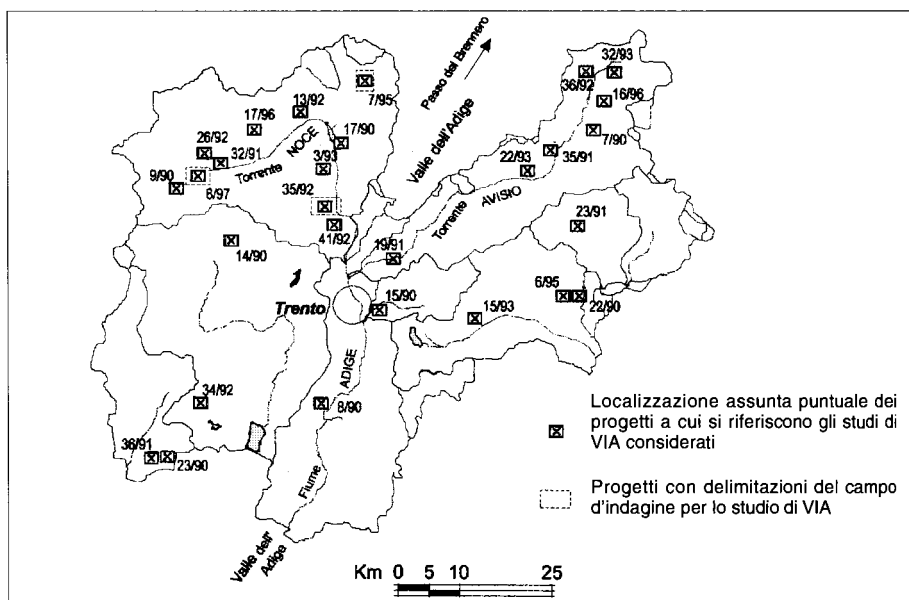


Fig. 4 – Ubicazione degli impianti idroelettrici nella Provincia di Trento a cui si riferiscono gli studi di VIA considerati

Nella documentazione archiviata sono di regola presenti, oltre allo studio di VIA, anche il progetto e diverse relazioni tecniche (geologica, idraulica, ecc.). Le informazioni grezze tratte inizialmente concentrano comunque l'attenzione sugli studi (27) e non, come più spesso avviene, sulle caratteristiche ambientali dei siti o le specifiche tecniche dei progetti.

Seguendo la scala di obiettivi sopra esposta, nei casi in cui la variabile permettesse di proporre delle categorizzazioni agibili per il reperimento del dato, si è operato in tal senso. Per altra parte delle variabili, dove sarebbe stato necessario utilizzare tecniche in profondità, come l'analisi del contenuto o simili per ottenere informazioni di livello superiore mantenendo la «robustezza» sul piano scientifico della ricerca, e ciò non era raggiungibile con le risorse a disposizione, ci si è consapevolmente limitati a sviluppare il lavoro con informazioni del tipo presenza/assenza: nella necessità di una mediazione tra un approccio guidato concettualmente e uno guidato dai dati, si è ritenuto che la preferenza accordabile in partenza al primo vada necessariamente integrata con il secondo, al fine di non limitare sensibilmente i risultati finali in termini di estendibilità ad analoghe, possibili, situazioni. A riguardo sembra convincente quanto sostenuto da Blalock, per il quale «nella misura in cui la nostra sofisticazione metodologica supera di gran lunga la nostra abilità a raccogliere i dati, è probabile che risulti una disillusione» (28).

(27) I risultati di una ricerca sul medesimo tipo di aspetti (considerazione degli impatti, delle alternative, delle metodologie utilizzate) e altri (procedure di partecipazione) condotta diversi anni fa su pochi (8) progetti di grandi dimensioni nazionali, possono trovarsi in ALBERTI M. e altri, *Metodologie di valutazione dell'impatto ambientale*, Milano, CLUP, 1988.

(28) BLALOCK H.M. Jr. (a cura di), *Measurement in the Social Sciences. Theories and Strategies*, Chicago, Aldine Co., 1974.

Il «pacchetto» delle informazioni estratte dall'archivio degli studi è organizzabile per aree principali, che indirizzano a differenti aspetti degli studi stessi. Una prima area riguarda l'approccio di fondo utilizzato e l'ampiezza del gruppo che ha condotto lo studio. Quest'ultima variabile, «numero di esperti/professionisti che compongono il gruppo di studio», presenta una forte valenza come «proxy» dell'elemento interdisciplinarietà dello studio; ciò perché in via ordinaria ciascun esperto segue l'analisi e la valutazione in una disciplina d'indagine, anche se questo non si verifica sempre. Nell'acquisizione delle informazioni grezze, sono stati riscontrati alcuni casi (una quantificazione statistica dell'errore non è ancora disponibile) in cui tale assunto viene violato, sia da parte di professionisti in possesso di manifesta competenza in più campi (per esempio ingegnere e geologo) sia, viceversa, perché più di un esperto concorre allo studio nella medesima disciplina. Per tale interdisciplinarietà dei soggetti redattori, viene qui ipotizzato che vi sia un qualche riscontro nei diversi campi d'indagine sviluppati nello studio, che sono le componenti, o fattori, ambientali. L'importanza dell'interdisciplinarietà viene ritenuta fondante negli studi d'impatto dal livello locale a quello mondiale; in merito la Banca Mondiale indica come sia possibile e opportuno scegliere fra un numero di specialisti variabile tra quattro e dieci, per ciascuna di cinque «macro-aree» di risorse naturali (aria, terra, acqua, flora e fauna, umane) (29). Uno dei più noti esperti della materia, L.W. Canter, ritiene che gli specialisti che compongono un *team* possano essere da 2 a 10, in ragione della complessità (30).

Una seconda area delle informazioni estratte si riferisce a *cosa* è presente nello studio, nei termini esposti in precedenza: include il numero delle componenti ambientali considerate; se siano stati affrontati in modo esplicito gli impatti sociali e quelli cumulati; se vi sia stata una valutazione, all'interno dello studio, di ipotesi alternative; e se siano stati presi in esame specifici interventi di mitigazione. La considerazione di componenti ambientali singole costituisce da sempre il modo di procedere indicato in modo unanime dalla metodologia, che trova ulteriore riscontro nelle normative per la stesura degli studi d'impatto, ed è l'unico realizzato nella pratica professionale, tanto che non è azzardato sostenere che la disciplina è chiaramente di taglio induttivo/aggregativo. La presenza negli studi di VIA degli impatti socio-economici è stata oggetto di ricerca nel Regno Unito dove, su un campione di 110 studi, solo il 43% ha inserito tale settore, percentuale che si riduce al 15% se si restringe il criterio, come fatto nel presente studio, ai soli impatti sociali (31). L'esame degli effetti cumulati, che raccoglie crescente attenzione nel dibattito della valutazione d'impatto, si lega a una prospettiva sistemica che evidenzia le perturbazioni multiple, i processi interattivi, una permeabilità e un'espansione dei confini (di ciò che lo studio considera) nel tempo e nello spazio (32). Tale approccio, pur se in prima battuta risulta oggi vicino al passaggio della VIA da un livello di singolo pro-

(29) WORLD BANK, *Environmental Assessment Source-book. I*, Washington, 1991 («Technical Papers», 139).

(30) CANTER L.W., *Environmental Impact Assessment*, New York, McGraw-Hill, 1996 (2a ediz.).

(31) GLASSON J. e HEANEY D., *Socio-economic Impacts: The Poor Relations in British EISS*, in «Journal of Environmental Planning and Management», Newcastle upon Tyne, 1993, pp. 335-343.

(32) SPALING H., *Cumulative Effects Assessment: Concept and Principles*, in «Impact Assessment», East Lansing, 1994, 3, pp. 231-251.

getto a quello «strategico» implicato da piani e programmi, può ben applicarsi anche a livello di studio progetto-specifico (33). Va comunque evidenziato come lo spostamento del punto di vista, che tocca dimensioni come la prospettiva disciplinare, le interazioni, le relazioni del progetto con la pianificazione, non significhi l'estraneità per la valutazione d'impatto convenzionale di affrontare la questione del mettere insieme i diversi impatti settoriali (34).

La scelta di tenere distinta la variabile «impatti cumulati» dal momento di sintesi finale di tutti gli impatti, considerato in seguito, ha lo scopo di valutare se nello studio il *team* ha ritenuto opportuno esplicitare in modo formale uno o più effetti combinati imputabili a cause diverse già identificate nei singoli settori; la variabile è cioè considerata un elemento qualificante nel senso di una più approfondita stratificazione dei diversi possibili livelli nella stima delle relazioni tra cause ed effetti. Questo perché i singoli impatti di settore e la sintesi complessiva finale sono qui interpretati come poli del processo valutativo (tanto quello classico quanto quello che segue gli indirizzi più recenti) della VIA, fra i quali, sempre presenti ma ben poche volte esplicitati, *gruppi* possibili di modificazioni su diverse dimensioni ambientali cumulano effetti, vuoi additivi, vuoi sinergici od antagonisti, suscettibili di essere identificati in modo relativamente più agevole e puntuale rispetto alla «sintesi unitaria finale», dove concorrono *tutte* le dimensioni.

La presenza della valutazione di ipotesi alternative al progetto – che per chiarezza si può definire «principale» – raccoglie grande considerazione nella letteratura di settore, tanto che già molti anni fa veniva indicato come elemento determinante anche per la valutazione preliminare d'impatto (*scoping*) (35). Quanto agli interventi di mitigazione, la recente manualistica, organizzata per componenti ambientali, si premura di trattare il punto, immancabilmente, per ciascuna di esse (36).

Una terza area di informazioni comprende quelle che concernono alcuni aspetti dello studio relativi alla sintesi fra le componenti ambientali, articolandola per il tipo di metodo utilizzato nello studio e in quello della esplicitazione formale di indicatori e/o indici (37). Come per gli elementi precedenti, la sintesi costituisce un altro punto nodale dello studio d'impatto: i metodi sviluppati a partire dagli anni '70 fanno emergere tre tipi base – le matrici, le liste di controllo e i *networks* – anche se sono state prodotte numerosissime varianti orientate a casi specifici. Indicatori e indici sintetici formalizzati, di tipo parametrico o meno, vengono anch'essi indicati in modo ricorrente come utile «passaggio» diretto a conferire allo studio un migliore

(33) LAWRENCE D.P., *Cumulative Effects Assessment at the Project Level*, in «Impact Assessment», East Lansing, 1994, 3, pp. 253-273.

(34) GISOTTI G. e BRUSCHI S., *Valutare l'ambiente*, Roma, NIS, 1990.

(35) ALBERTI M., *Environmental Impact Assessment*, in ALBERTI M. e altri, op. cit.

(36) MORRIS P. e THERIVEL R., *Methods of Environmental Impact Assessment*, Londra, UCL Press, 1995.

(37) Anche sugli indici e sugli indicatori, punto nodale in diversi momenti della valutazione d'impatto, la letteratura è vastissima; qui si ricorderà RAGGI A. e BARBIROLI G., *Gli indici di qualità ambientali*, Milano, F. Angeli, 1992. Di settore ma con chiari spunti sulle implicazioni concettuali sottostanti, OTT W.R., *Environmental Indices. Theory and Practice*, Ann Arbor, Ann Arbor Science Pub., 1978; SITE, *Il Bilancio di Impatto Ambientale: elementi costitutivi e realtà italiana*, «Atti del Convegno della Società Italiana di Ecologia», Parma, 1983; SCHMIDT di FRIEDBERG P. (a cura di), *Gli indicatori ambientali. Valori, metri e strumenti nello studio dell'impatto ambientale*, «Atti del Convegno FAST-SITE», Milano, F. Angeli, 1986.

controllo complessivo. Va evidenziato inoltre come tale problematica si ricollegli a una disciplina affine, quella delle decisioni multicriteri, applicata sia al territorio sia ad altri campi (38).

Infine si è rilevata la consistenza fisica degli studi, in termini di numero di pagine, anche se tale informazione non è stata inserita nelle successive elaborazioni. Completa la raccolta dei dati il numero di archiviazione, riferimento utilizzato nelle presentazioni grafiche successive per via della maggior compattezza.

Come si può subito osservare (tab. 3), le informazioni utilizzate sono su diverse scale di misura, e con differenti unità di misura, ponendo così la presente indagine in una situazione di voluta tipicità. Questa situazione di matrice mista si presenta come ricorrente negli studi d'impatto, e in generale nelle problematiche ambientali, essendo alcuni degli «oggetti» che si vanno ad analizzare caratterizzati da attributi (proprietà) misurabili su scale a rapporti o a intervalli, altri su scale nominali (come in questo caso l'approccio e il metodo) (39) e/o da mutabili dicotomiche (sì/no) (40). In questo quadro, gli oggetti appartenenti alla classe «studi d'impatto» vengono quindi più precisamente descritti, e in seguito analizzati, attraverso lo *status* dei diversi attributi (caratteri) presi in considerazione, che è ciò che varia all'interno della classe (41).

La matrice dei dati grezzi è stata ricodificata con etichette numeriche; la tabella 4 riassume la situazione di partenza dei calcoli successivi.

Le indicazioni ottenute e i possibili sviluppi – La presente applicazione si è mossa su un piano censuario, pur limitatamente alla tipologia degli impianti idroelettrici, che costituisce in termini numerici circa il 12% di tutti gli studi depositati sinora presso l'APPA di Trento.

Iniziando dagli aspetti di tipo descrittivo, nei fattori definiti in precedenza come «prima area», l'approccio è costantemente del tipo «esperti» mentre i componenti del gruppo di studio oscillano da 2 a ben 20 esperti. Altrettanto forte variabilità si è osservata per quanto riguarda una delle variabili, attribuita nella presente indagine alla seconda area, quella del numero di componenti ambientali considerate negli studi. Presupposta una relazione piuttosto stretta, in termini esogeni e concettuali fra il numero di professionisti e la quantità di componenti ambientali analizzate, la figura 5 presenta visivamente l'andamento congiunto delle due. Da segnalare come il coefficiente di correlazione r (il «classico» di Pearson) dà il valore assai basso di 0,176. In altre parole, per il caso in questione, attendersi che a un nutrito gruppo di

(38) VOOGT H., *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*, Londra, Pion Ltd, 1983; HWANG C.L. e YOON K., *Multi Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Berlino, Springer Verlag, 1981; CATS-BARIL W.L. e GIBSON L., *Evaluating Landscape Aesthetics: A Multi-attribute Utility Approach*, in «Landscape and Urban Planning», Amsterdam, 1987, pp. 463-480; SAMUELSON C.D., *A Multiattribute Evaluation Approach to Structural Change in Resource Dilemmas*, in «Organizational Behaviour and Human Decision Process», New York, 1993, pp. 298-324.

(39) In certi casi viene utilizzata la trasformazione delle variabili categoriche attraverso quelle note come «fittizie» (*dummy*): cfr. SANNA F.M., op. cit.; per una breve descrizione della codifica con variabili fittizie, cfr. anche VOGT W.P., *Dizionario di tecniche e metodologia per la ricerca psicologica*, Roma, Kappa, 1995; per l'uso delle stesse nelle analisi di regressione multipla, cfr. la dettagliata esposizione in KERLIGER F.N. e PEDHAZUR E.J., *Multiple Regression in Behavioral Research*, New York, Holt, Rinehart and Winson, 1973.

(40) Ovviamente è ricorrente in situazioni analoghe anche il caso di misure su scala ordinale.

(41) JARDINE N. e SIBSON R., *Mathematical Taxonomy*, Londra, Wiley, 1971.

Tab. 3 – *Codifica delle variabili*

Approccio	Esperti = 1
N° componenti del gruppo di studio	Invariata dati grezzi
N° componenti ambientali considerate	Invariata dati grezzi
soggette a impatto	No = 0 Sì = 1
Considerazione degli impatti sociali	No = 0 Sì = 1
Impatti cumulati	No = 0 Sì = 1
Presenza ipotesi alternative	No = 0 Sì = 1
Presenza in esame di mitigazioni	No = 0 Sì = 1
Sintesi impatti – metodo	Nessuno = 0
	Lista = 1
	Lista + matrice = 2
	Matrice = 3
	Matrice + grafico = 4
	Network = 5
Sintesi impatti – uso di indicatori/ indici	No = 0 Sì = 1

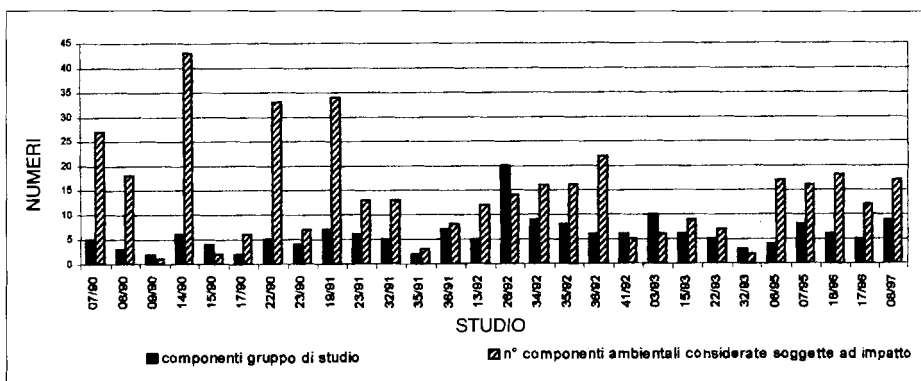


Fig. 5 – *Valori delle variabili quantitative per singolo studio*

esperti faccia seguito un ampio ventaglio di fattori ambientali trattati nello studio pare azzardato.

La figura 6 illustra invece come, nei 28 studi di VIA oggetto di osservazione, siano stati considerati, in percentuale sul totale, gli aspetti degli impatti sociali, di quelli cumulati, la presa in esame di ipotesi alternative e delle mitigazioni.

Dei quattro fattori assunti a costituire la seconda area, la presenza maggiore si riscontra per gli impatti sociali, che ricorrono nel 71,4% dei casi. Quando si passa agli impatti cumulati tra diverse componenti ambientali, la presenza, come ci si può aspettare, si riduce drasticamente a circa il 7%, con due casi su 28. Meno attesa è la frequenza della presentazione esplicita di una o più ipotesi alternative, che si attesta in poco più di un terzo degli studi (35,7%); al riguardo, va ricordato che il criterio scelto è stato il più ampio possibile: per far sì che la variabile risulti positiva è bastata la presenza esplicitata, magari in poche righe, dell'opzione «0». Infine, gli interventi di mitigazione sono prospettati nella metà esatta dei 28 studi osservati.

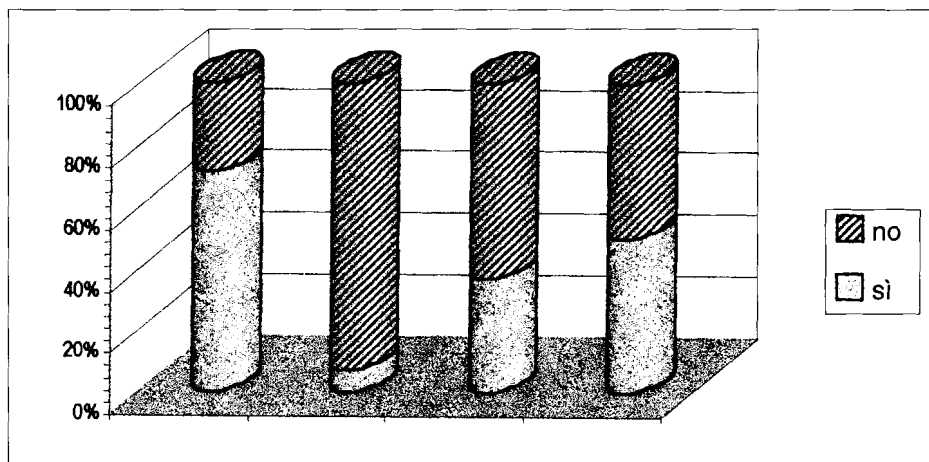


Fig. 6 – Andamento di quattro variabili della seconda area

Per il settore degli studi che affronta la sintesi dei vari aspetti ambientali specifici – la «terza area» – di variabili, si è ottenuto un altro risultato non proprio atteso: giusto nel 25% dei casi viene rinvenuta la presenza di espliciti indici e/o indicatori come strumento per precisare il quadro d'insieme in sede conclusiva del rapporto ambientale. Ciò contrasta in modo netto con l'impressione, ottenuta nel corso della raccolta delle informazioni grezze nell'archivio, dell'utilizzo ampio, negli studi, di indici e indicatori di settore spesso appoggiati a riferimenti alla letteratura specializzata.

Rimanendo sul momento complessivo finale, l'altro aspetto di rilievo osservato, nel sintetizzare come e quanto il progetto che accompagna lo studio impatti l'ambiente (la mutabile nominale a cinque alternative, più l'opzione «0» nel caso in cui gli esperti hanno ritenuto effettuare direttamente una sintesi discorsiva), lo strumento che ha riscosso più favori è stato la matrice degli impatti, seguita a distanza dalla *check list*. La figura 7 presenta i pesi delle varie alternative sul totale dei 28 studi.

A queste risultanze di natura sostanzialmente univariata, in grado comunque di contribuire a rendere l'idea della presenza o meno di qualificanti fattori nell'insieme degli studi di VIA riguardanti impianti idroelettrici nel Trentino, l'applicazione ha fatto seguire un'analisi di tipo interpretativo, centrata sulla relazione di similarità tra i singoli studi del *set* e su come essi si possano raggruppare. La tabella 4 mostra nel triangolo inferiore la matrice *S* degli indici di similarità di Gower ottenuti per gli studi considerati, mentre in quello superiore la corrispondente trasformata in distanze *D* (42).

Come si può notare subito, nella matrice triangolare inferiore *S* le similarità non rispettano la disuguaglianza triangolare metrica: prendendo per esempio i tre studi 9/90, 17/90 e 22/90, questi presentano i seguenti valori di similarità: $S(9/90, 17/90) = 0,970$; $S(9/90, 22/90) = 0,414$; $S(17/90, 22/90) = 0,438$.

Una scansione automatica delle due matrici *S* e *D* ha rinvenuto nella prima 346 violazioni della disuguaglianza triangolare, e verificato nella seconda l'atteso rispetto completo.

(42) Per tale conversione monotonica, cfr. GOWER J.C., *Some Distance Properties of Latent Root and Vector Methods Used in Multivariate Analysis*, in «Biometrika», Cambridge, 1966, 3-4, pp. 325-338.

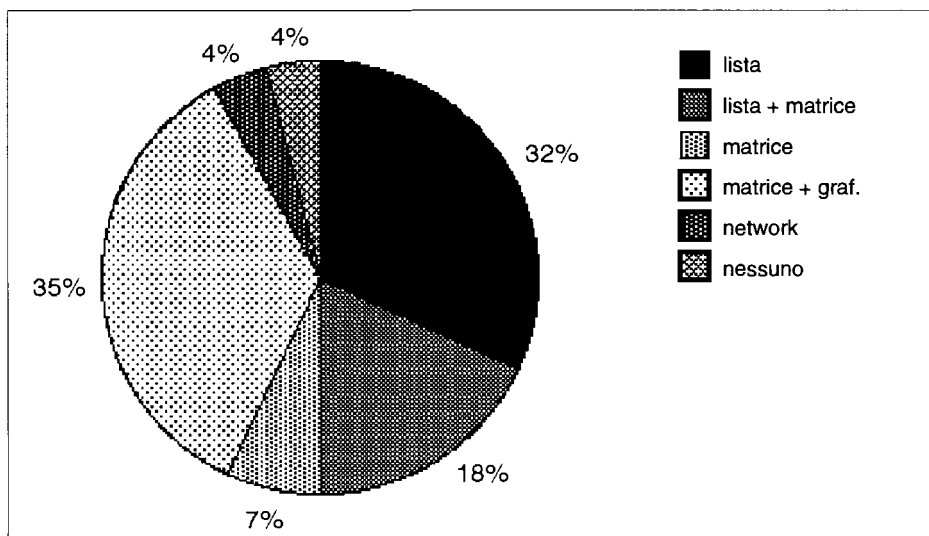


Fig. 7 – Sintesi degli impatti per metodo utilizzato

La figura 8 vuole fornire in modo visivo l'intensità della vicinanza fra studio e studio per l'intero complesso dei 28 studi, attraverso cinque livelli tradotti con toni di grigio. Consente di formarsi una prima idea della vicinanza tra le unità anche in termini dell'arco temporale 1990-97, poiché gli studi sono ordinati in sequenza, e pertanto il tempo «scorre» lungo la diagonale principale della matrice. Tale profilo suscita alcune ipotesi meritevoli d'attenzione: per esempio, se con il passare del tempo, cui si associa un aumento delle realizzazioni pratiche, delle indicazioni metodologiche, un minimo di precisazione legislativa (nel Trentino anche con linee guida sviluppate in ambito locale), gli studi tendano o meno a omogeneizzarsi tra loro, aumentando la similarità. L'impressione azzardata (nel senso pieno del termine) che sia presente un debole e discontinuo aumento, ossia che gli studi tendano a omogeneizzarsi, è da prendere con il beneficio d'inventario.

I grafici in figura 9 illustrano l'andamento della distribuzione di frequenza dei valori assunti dall'indice di Gower, il primo (A) per le classi adottate nella matrice dei grigi triangolare, il secondo (B) con classi maggiormente disaggregate. Da sottolineare l'andamento assai prossimo alla normale gaussiana; il secondo grafico fa emergere, evidenziata in una delle code, un'inversione della curva non del tutto trascurabile (pur non raggiungendo aspetti di vera e propria bimodalità). Il raffronto dei due grafici costituisce inoltre un classico esempio del diffuso, quanto insidioso, fenomeno di *aliasing* (43).

(43) Il fenomeno, in grado di indurre facilmente a erronee conclusioni, può verificarsi quando la griglia scelta per la variabile presenta maglie troppo larghe, che fanno perdere dei valori intermedi in grado di far assumere un andamento sensibilmente diverso alla funzione in esame; cfr. MCBURNEY D.H., *Metodologia della ricerca in psicologia*, Bologna, Il Mulino, 1986.

541

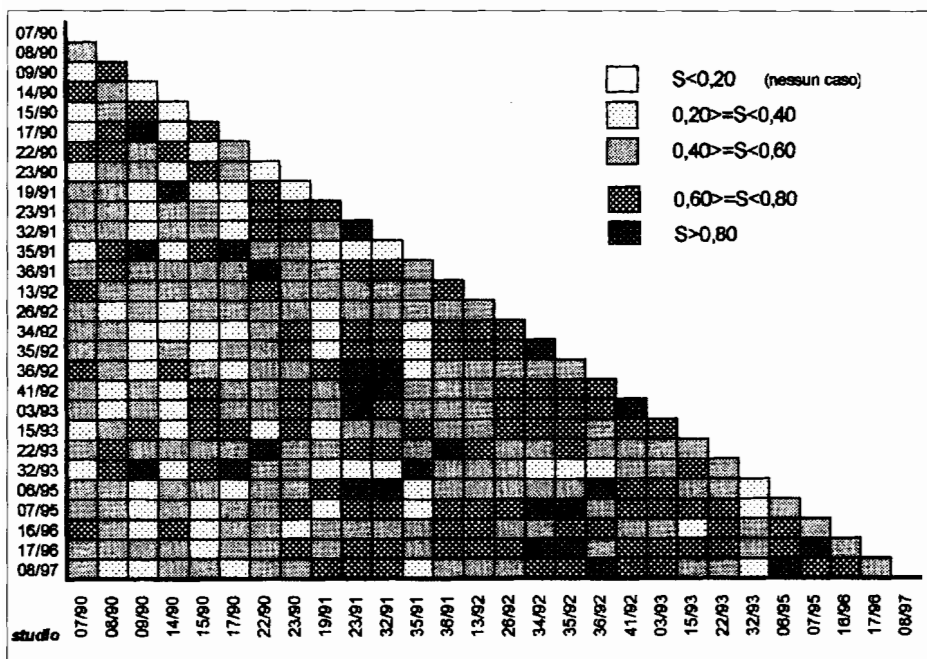


Fig. 8 – Rappresentazione grafica dell'indice di similarità di Gower fra gli studi di VIA per classi

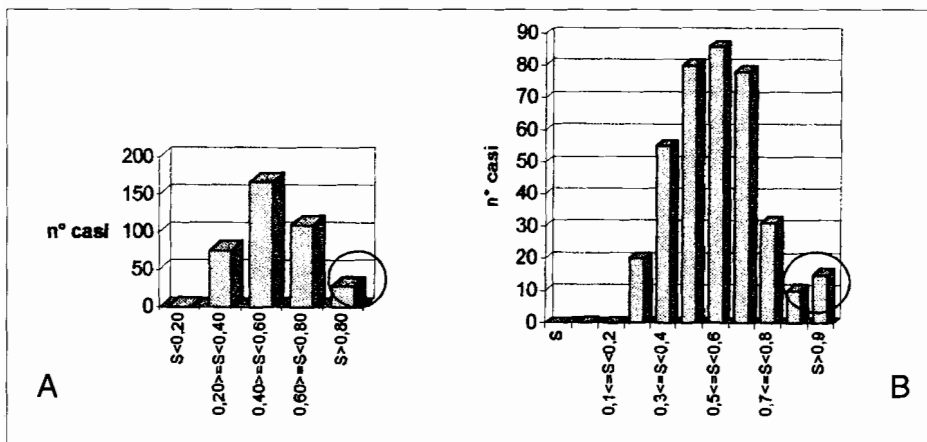


Fig. 9 – Distribuzioni di frequenza dei valori dell'indice per classi

Il confronto fra A e B evidenzia le differenze che possono essere colte con una codifica di classi più ristrette

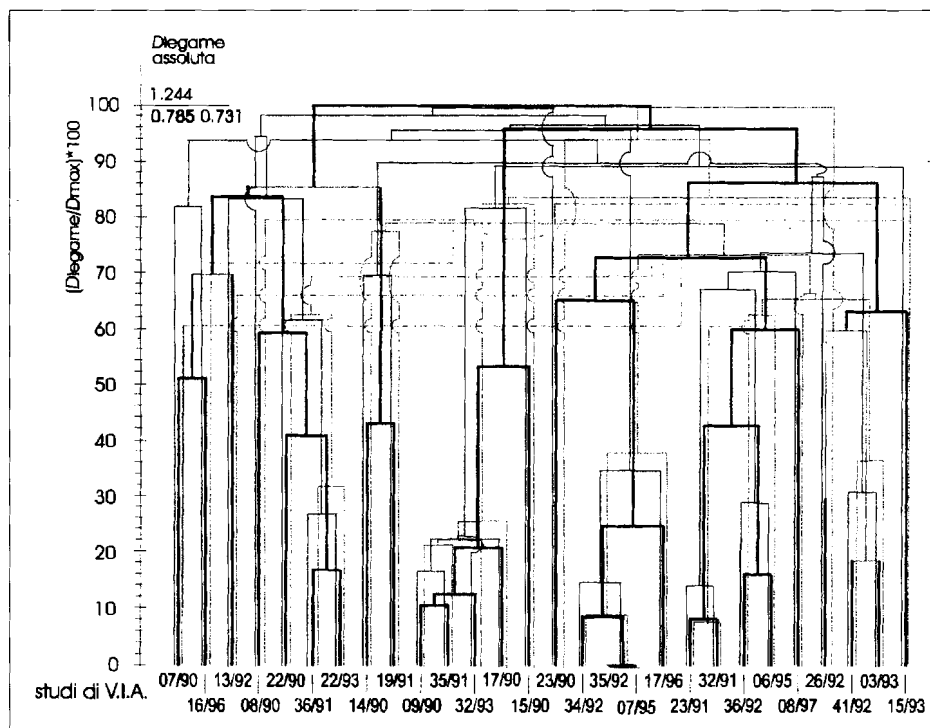


Fig. 10 – Dendrogramma dei legami completi, singoli e mediani e relativa gerarchizzazione dei clusters

La figura 10 fornisce la rappresentazione del dendrogramma, in forma sovrapposta per i tre metodi di legame. Alla base si trovano gli elementi isolati; procedendo verso l'alto, si formano progressivamente i *clusters*, identificati dai segmenti *orizzontali*, che proiettati sull'asse verticale permettono di leggere la distanza di legame alla quale i rispettivi elementi si sono fusi.

I tre diversi metodi provati presentano distanze di legame diverse, per le quali sono indicate le rispettive massime assolute, essendo la scala in ordinata espressa in termini percentuali. La scelta della presentazione contemporanea e sovrapposta vincola la sequenza alla base degli studi e, come accade in alcuni casi, cambiando algoritmo non solo variano le distanze ma gli oggetti «migrano» da un raggruppamento all'altro. Questo ha comportato la necessità di dover utilizzare dei simboli a «ponti-cello» per evidenziare che in alcuni punti le linee verticali di un gruppo non si saldano al segmento orizzontale che identifica la distanza di legame di un altro gruppo, e l'aggregazione avviene più in alto. Inoltre, per il metodo mediano, vi sono entità (o *clusters*) che si saldano a una distanza di legame inferiore a quella di un gruppo già formato: per evidenziare questi casi si sono utilizzate le linee a tratto e punto.

L'esame del dendrogramma fornisce una serie di indicazioni. Finché si rimane a forti livelli di somiglianza tra le unità (in basso nella rappresentazione), i gruppi sono estremamente stabili attraverso i metodi, cose che suggerisce grappoli ben con-

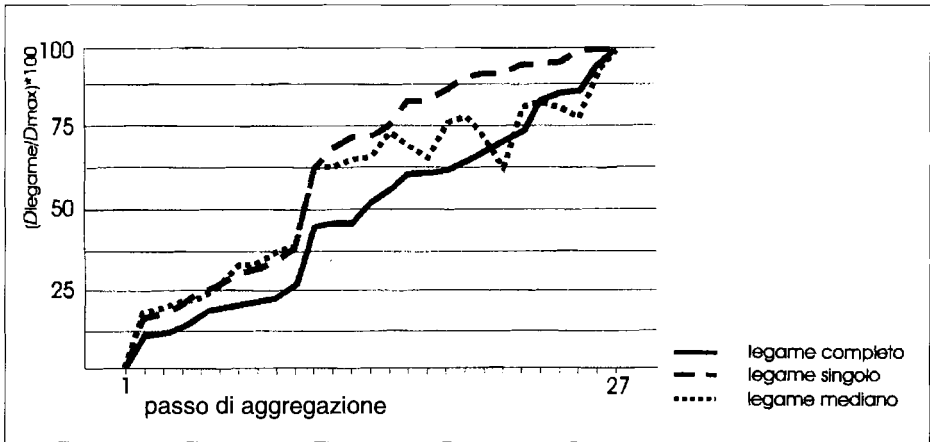


Fig. 11 – Andamento della distanza di legame (in %) in rapporto al passo di aggregazione

Il grafico esplicita la «velocità» con cui si formano i gruppi in funzione della distanza relativa. Il confronto fra i tre diversi metodi permette di apprezzare le differenze a seconda dell'algoritmo scelto

nessi e anche omogenei, non solo in termini di costanza delle unità nei gruppi, ma anche rispetto alla distanza di legame percentuale. Superando il 50% circa della distanza di legame, quando cioè la similarità tra i piccoli gruppi già formati e alcune unità singole si allenta, i dati iniziano a manifestare la differenza tra i diversi algoritmi. Alcuni *clusters* permangono ancora stabili come [23/91, 32/91, 36/92, 06/95, 08/92], ma si affiancano spostamenti da gruppo a gruppo e alcune «anomalie»: per esempio, lo studio 13/92 si associa al gruppo [07/90, 16/96] con il legame completo, mentre con quello singolo al [22/90, 36/91, 22/93]; solo molto più tardi, a livelli bassi di prossimità «incontrerà» il [07/90, 16/96]. Così l'elemento 08/90 con il legame singolo si mostra molto più distante dal [22/90, 36/91, 22/93] che con quello medio. Altre e maggiori anomalie sono presentate dagli studi 15/93, 26/92 e 23/90 (il comportamento più anomalo), come unità singole, e dal gruppo [34/94, 35/92, 07/95, 17/6].

Quando la prossimità si fa ancora più debole, ed esistono già gruppi di notevole numerosità, gli scambi di sottogruppi crescono ancora al variare dell'algoritmo.

Sezionando in orizzontale il dendrogramma ai vari livelli di prossimità, si ottiene la corrispondente partizione che mostra quali studi si sono raggruppati fino a quel momento. La configurazione globale può interpretarsi senza grosse discontinuità nella formazione dei *clusters* finché si rimane nell'ambito dei singoli metodi. Ma dal confronto emerge che il legame completo individua tre macro-gruppi intorno al 90-92% della distanza di legame, mentre allo stesso livello il legame singolo ne trova sette, tra cui alcune unità singole. Privilegiando la connessione, il quadro appare nel complesso più frazionato rispetto a quando si punta sulla omogeneità dei gruppi (legame completo).

La figura 11 mostra invece l'andamento della distanza di legame, per i tre metodi corrispondente a quella in ordinata del dendrogramma, mentre in ascissa sono riportati i passi di aggregazione: l'andamento complessivo si presenta piuttosto lineare per tutti i metodi e in particolare per il legame completo, se si esclude una mo-

desta «discontinuità» (rapido incremento di distanza) intorno al 10°-11° passo. Gli altri due metodi presentano andamento identico sino a circa metà strada; poi la funzione del criterio mediano riduce la pendenza, e mostra i legami di unità a distanze inferiori rispetto a quelle che hanno aggregato gruppi precedenti, come già evidenziato nel dendrogramma. Inoltre anch'essi presentano, al medesimo punto del processo, un'area di maggior distanza da percorrere per poter continuare a fondere i gruppi, ancora più marcata che nel caso del legame completo.

L'osservazione congiunta dei tre andamenti evidenzia in modo ancora più diretto del dendrogramma che quando i gruppi, nel momento iniziale, si formano con unità prossime tra loro vi è una stabilità di fondo trasversale al metodo, che si allenta quando, già costituiti un certo numero di raggruppamenti sul *set*, si prosegue con grappoli più numerosi sino a giungere alla riunione dei 28 studi. In ogni caso, l'assenza di fratture e di brusche variazioni di pendenza suggerisce che, con i dati assunti, non vi siano punti altamente caratteristici, in grado di sezionare l'insieme totale.

E' stata infine effettuata una verifica tra la matrice di prossimità (trasformata di Gower) iniziale e le distanze su cui è costruita la rappresentazione del dendrogramma attraverso un indice, il coefficiente di correlazione cofenetic, proposto originariamente da Sokal e Rohlf nel 1962 (44), e che ha trovato in seguito una certa diffusione. Tale coefficiente permette di confrontare tra loro i diversi risultati in uscita per i tre algoritmi di aggregazione utilizzati, in questo caso quello del legame singolo, quello del legame completo e quello del metodo della mediana, rappresentando una misura di concordanza. Esso può variare tra 0 e 1; quando aumenta la distorsione il coefficiente diminuisce in valore (45), e in genere assume valori compresi fra 0,6 e 0,95 (46). Sui tre metodi di aggregazione sono stati ottenuti i seguenti valori:

Legame singolo	0,82
Legame completo	0,85
Legame mediano	0,66

Possono osservarsi alcuni elementi d'interesse. I primi due sistemi, malgrado siano sostanzialmente opposti, presentano entrambi una buona concordanza con la matrice di partenza, pur prevalendo di misura il legame completo; ossia la distanza presente tra studio e studio compressa sul piano del dendrogramma, si conserva come una rappresentazione non troppo distorta. Il terzo metodo, della mediana, ottiene risultati molto peggiori, definibili con buona sicurezza scadenti in assoluto.

I buoni risultati presentano interesse anche per le implicazioni che i due metodi hanno alla base, in termini di concatenamento e omogeneità nei *clusters*. Come *set* complessivo, è possibile privilegiare l'uno o l'altro aspetto nel raggruppare gli studi, in ordine alle ipotesi che ci si è posti, senza cadere in una situazione molto distorta.

Le possibili estensioni, verifiche e miglioramenti della applicazione qui sviluppata si collocano, come prevedibile, lungo tutto il percorso seguito e in ordine a diffe-

(44) SOKAL R.R. e ROHLF F.J., *The Comparison of Dendrograms by Objective Methods*, in «Taxon», Utrecht, 1962, 11, pp. 33-40.

(45) CORMACK R.M., *A Review of Classification*, in «Journal of the Royal Statistical Society (A)», Londra, 1971, pp. 321-367.

(46) SNEATH P.H.A. e SOKAL R.R., *Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classifications*, San Francisco, Freeman, 1973.

renti obiettivi. Per questa ragione, vengono presentate alcune ipotesi su come e dove si possano modificare elementi informativi e/o parametri e/o algoritmi, ipotesi organizzate in riferimento alle varie fasi del lavoro svolto e alle finalità di ulteriore conoscenza e azione che ci si pongano.

Riassumendo la sequenza dei «passi» si ha: *a)* la scelta di quali studi e/o progetti e/o siti ambientali prendere in considerazione; *b)* la scelta di quali informazioni estrarre dagli studi; *c)* la scelta del modo con cui calcolare la similarità o distanza sul set di casi; *e*, tenendo fermo l'interesse per l'analisi di raggruppamento, *d)* la scelta del metodo di *clustering*; *e)* la verifica dei risultati. Come ci si può attendere, per ciascuno di questi momenti esistono valenze di carattere sia direttamente applicativo, sia più strettamente metodologico.

Per il primo punto, il metodo seguito è direttamente in grado di centrarsi non solo sugli studi, ma anche su informazioni riguardanti i relativi progetti o su dati riferiti ai siti ambientali in cui gli stessi si collocano, nonché a varie misture delle tre specie di dati.

La ricerca condotta è stata riferita agli studi attinenti una sola specifica tipologia di opere, quella degli impianti idroelettrici; immediata è l'ipotesi di una possibile estensione sia ad altre tipologie, in cui è diviso l'Archivio presente presso l'APPA di Trento o, in modo censuario, a tutto l'insieme dei circa 230 studi sinora realizzati. In questa direzione si può essere in grado di «contrastare» studi su tipologie diverse in modo chiaro e sistematico. Allo stato attuale delle conoscenze, la scelta della tipologia «impianti idroelettrici», avvenuta per ragioni esogene, non consente di affermare sul piano statistico la rappresentatività del «campione» analizzato nei confronti dell'intero archivio.

A proposito di quali informazioni trarre dagli studi (e anche di come «misurarle», che è cosa diversa), l'applicazione realizzata può considerarsi un primo rudimentale tentativo, stante la multiforme complessità dell'oggetto: le nove variabili, in buona parte dicotomiche, pur rappresentando una strada percorribile, trasmettono con ogni probabilità una limitata quantità dell'informazione contenuta negli studi, salvo compiere una verifica attraverso appropriate altre tecniche di analisi multivariata (quali quella delle componenti principali o quella fattoriale, avendo però, inutile sottolinearlo, già raccolto l'elevato numero di informazioni da sfrontare). L'aumento del numero delle variabili da analizzare e/o l'utilizzo di altre più precise scale di misura è da considerarsi in ogni caso anch'esso una importante estensione migliorativa. Sul punto è utile tenere presente quanto proposto tempo fa da Lazarsfeld, secondo cui c'è una diretta continuità logica dalle classificazioni qualitative alle forme più rigorose di misura, attraverso gli strumenti intermedi di ordinamenti sistematici, scale ordinali, classificazioni multidimensionali, tipologiche e indici quantitativi semplici (47).

Va anche fatto presente come questo punto interagisca con il precedente, qualora ci si ponga l'obiettivo di strutturare un quadro complessivo sull'intero archivio. Per esempio, polarizzando, si potrebbero seguire due vie alternative con la medesima situazione di partenza: una prima (orientata in senso deduttivo), che attui una scansione di tutti gli studi per un numero limitato di variabili di «prima mano» e, sulla base dei risultati di questa analisi, sviluppi approfondimenti su un numero limitato di

(47) LAZARSFELD P.F. e BARTON A., *Qualitative Measurement in the Social Sciences*, in FRANKLIN B.J. e OSBORNE H.W. (a cura di), *Research Methods: Issues and insight*, Belmont, Wadsworth Pub. Co., 1971.

casi; ottenuto di conoscere come questi si collocano nell'insieme, si potrebbe estendere i risultati del secondo livello «approfondito» di indagine. Una seconda via (caratterizzata in senso induttivo), scegliendo in forma esogena un numero limitato di studi di cui non sa come si collocano nei confronti dell'intero *set*, potrebbe sviluppare su questi analisi approfondite, per poi estrarre delle variabili «esplicative», che in un secondo momento vengono «cercate» sull'intero collettivo degli studi presenti in archivio.

Al terzo punto si ritrova un problema già incontrato in riferimento al primo: quello del metodo di misurazione. Se, prima, la questione era come misurare le informazioni «grezze» delle variabili negli studi, a questo livello il problema è come mettere insieme le relazioni nell'intero *set*, data per acquisita la relazione fra il profilo che rappresenta il singolo studio e lo studio originario stesso.

Per le estensioni e le verifiche comparative si possono adottare altri indici di similarità, dissimilarità o distanze di vario genere, in grado di fornire, in uscita, risultati con ogni probabilità assai differenti. Impostata la matrice di partenza su cui sviluppare l'analisi di raggruppamento, al quarto punto, sono possibili estensioni con l'utilizzo di altri algoritmi oltre ai tre saggiati nella presente applicazione, tanto rimanendo nell'ambito dei sistemi gerarchici, quanto attingendo a quelli non gerarchici, a modelli probabilistici o a quelli più recenti che si rifanno alla teoria dei *fuzzy sets*. Tali approcci, maggiormente complessi ma più flessibili, in quanto «allentano» il fatto di appartenere o meno in modo rigido a un'unica classe (o il conoscere con qualche certezza tale appartenenza), possiedono notevoli potenzialità una volta risolto il problema di tradurre operativamente le funzioni di appartenenza o probabilità (48). Infine, nella verifica dei risultati, estensioni possono essere indirizzate in particolare sul versante metodologico, anche tenendo fermo il *set* di studi considerato: ci si riferisce qui a verifiche di robustezza di quanto ottenuto saggiando la stabilità, attraverso la sottrazione di alcuni casi, e/o il metodo di Monte Carlo (49), e/o adottando altri sistemi per la comparazione delle uscite dei diversi algoritmi oltre al coefficiente cofenetico.

Conclusioni. – L'applicazione sviluppata cerca di porsi come un primo sommario tentativo di valersi, per gli studi di impatto ambientale, di strumenti disponibili e già utilizzati in altre discipline scientifiche. La prospettiva adottata mira inoltre a porsi vicina non solo alle problematiche tecnico-scientifiche del settore, caratterizzato da una «lunghissima e flessibile catena» tra le variazioni ambientali che si stimano conseguire a un progetto e le possibili origini delle stesse, ma anche a quelle proprie della pubblica amministrazione, la quale si trova nella necessità crescente di lavorare con la valutazione d'impatto, e di finalizzarla per strutturare un quadro della situazione complessiva rispetto al territorio di competenza.

Tra i punti nodali per rendere operativi dei miglioramenti in tale direzione se ne sottolineano in chiusura due, indirizzo del presente lavoro. Il primo è la necessità

(48) Sui *fuzzy sets*, cfr. BELLMAN R.E. e ZADEH L.A., *Decision-making in a Fuzzy Environment*, in «Management Science», 1970, 4, pp. 141-164, e ZANOLI R. e GAMBELLI D., *L'uso della fuzzy pattern recognition nell'analisi territoriale*, in «Genio Rurale», Bologna, 1996, 2, pp. 21-29.

(49) Per un'applicazione di questo genere di verifica agli algoritmi di raggruppamento, cfr. MILLIGAN G.W., *An Examination of the Effect of Six Types of Error Perturbation of Fifteen Clustering Algorithms*, in «Psychometrika», Williamsburg, 1980, 3, pp. 325-342.

di ridurre le «scorciatoie» in essere nella catena di cui sopra, che vuol dire aumentare il controllo, in senso metodologico-scientifico, durante il processo di redazione dello studio d'impatto ambientale. Ciò sembra perseguibile diffondendo degli strumenti che forzano a precisare le ipotesi, le operazioni, la consapevolezza dei pregi e limiti delle scelte che si effettuano, le condizioni al contorno, il cosa e il come si sta misurando. Fra l'altro non si vede come gli strumenti in parola possano essere surrogati, dovendosi, in più momenti e a diversi livelli, ridurre la dimensionalità dell'informazione. Il secondo punto è diretto a mostrare come si possa centrare la prospettiva sul collettivo, in questo caso un settore degli studi di VIA a scala di territorio provinciale, evitando di risalire a presunti quadri generali con l'accostare semplicemente un caso all'altro. Quest'ultima strada, che in molte situazioni non è così improbabile come può sembrare, rimanda all'immagine di un edificio costruito su un'innumerabile serie di pali diversi per forma, per ciascuno dei quali varino (e non di poco) i materiali, la resistenza, il terreno circostante e la realizzazione; e, soprattutto, per i quali ben poco sia dato sapere in merito alla distanza (le relazioni che intercorrono) tra essi. Immagine che si spera possa suggerire come un siffatto modo di procedere sia tanto rischioso quanto distante dai concetti di sistemicità, di interazione e di strategia complessiva da sempre e a tutt'oggi presenti nella parte più valida della disciplina della valutazione d'impatto ambientale.

THE ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT IN THE EXPERIENCE OF TRENTINO (ITALY), 1990-1997: THE CASE OF THE STUDIES ON HYDROELECTRIC PLANTS. – This applied research focuses on the whole set of the Environmental Impact Assessment studies on the hydropower plants in Trentino. Starting from some distinctive elements of the EIAs' studies, the aim is to develop an analysis recognizing the similarity data structure by specific indexes and multivariate statistical tools. That is believed a corner-stone to improve the links between technical and methodological suggestions raising from scientific debate, professional practice and action of local Public Administration. Two brief overviews, on the local energetic sector and on the local laws, and propositions on possible improving of the approach followed in this paper, complete the article.