

Uno strumento matematico per le decisioni complesse

L'analisi multicriteriale

Luca Cirillo^[1], Gabriella Marcarelli^[2] e Massimo Squillante^[3]

Abstract

Le tecniche di valutazione rappresentano un supporto alle decisioni al fine di operare una scelta tra più soluzioni alternative. La complessità dei contesti decisionali, sia in termini di soggetti coinvolti che di criteri di valutazione, richiede l'adozione di un approccio valutativo di tipo multicriteriale che consenta al decisore di analizzare diverse alternative valutandone l'impatto sui differenti attori del processo decisionale. I metodi multicriteriali consentono di affrontare problemi con una pluralità di decisori, obiettivi e dimensioni, in cui le informazioni disponibili sono rappresentate da una matrice di dati di tipo quantitativo e/o qualitativo.

Nel presente lavoro sono illustrate le varie fasi in cui si articola un processo di valutazione multicriteriale nell'ambito della pianificazione territoriale e si descrive, in particolare, l'Analytic Hierarchy Process (AHP).

1. Introduzione

L'analisi multicriteriale è stata approfondita soprattutto a partire dagli anni '80 [7], [20], trovando molteplici ambiti di applicazione in contesti di decisione sia individuali che collettivi. Essa parte dal presupposto che in un contesto sociale la determinazione di una soluzione "ottima" in un problema decisionale non si può ottenere utilizzando un solo criterio o un'unica funzione obiettivo. I metodi multicriteriali rappresentano, dunque, un superamento di alcuni limiti della programmazione lineare, una tecnica che si occupa della soluzione di problemi complessi ma rappresentati da una sola funzione obiettivo da ottimizzare.

La novità di queste tecniche rispetto a quelle tradizionali è la rinuncia al paradigma dell'ottimalità a favore invece della ricerca di un compromesso ottimale; data la presenza di obiettivi eterogenei, spesso anche in conflitto tra loro, in genere non è possibile individuare soluzioni che raggiungano completamente tutti gli obiettivi e il problema decisionale si risolve cercando la soluzione più soddisfacente, o meglio "più coerente" con la logica dei decisori. La scelta è limitata ad un insieme di soluzioni non dominate, cioè quelle soluzioni che realizzino un certo livello di conseguimento dei vari obiettivi tale che non sia possibile migliorare il livello di uno di essi senza provocare un peggioramento del livello di almeno un altro obiettivo.

2. Una classificazione dei metodi multicriteriali

Sono state proposte diverse classificazioni dei metodi di valutazione multicriteriali a seconda del background teorico al quale si ricollegano [6], [9], [19], [20]. In effetti, l'eterogeneità dei metodi si presta alla risoluzione dei più svariati problemi e corrisponde alla eterogeneità delle problematiche riscontrabili nella realtà.

In riferimento al numero di soluzioni o alternative possibili si possono distinguere due tipi di approccio: Multi-Objective Decision Making (*modm*) e Multi-Attribute Decision Making (*ma*

dm) [17]. I metodi *modm* studiano problemi in cui lo spazio decisionale è continuo. Un tipico esempio è rappresentato dai problemi di programmazione lineare con più funzioni obiettivo. Le alternative non sono date a priori; ogni alternativa, una volta identificata, viene giudicata in base alla sua capacità di soddisfare uno o più obiettivi. In questo approccio il numero di alternative potenziali potrebbe essere enorme quindi la soluzione di un problema *modm* comporta la selezione delle alternative. I metodi *madm* si concentrano, invece, su problemi con spazio decisionale discreto. Nell'approccio *madm* si assume che l'insieme delle alternative sia predeterminato e il numero delle stesse sia limitato. Risolvere un problema *madm* vuol dire classificare e ordinare le alternative (*sorting and ranking*).

È possibile inoltre classificare i metodi *madm* in base al tipo di dati utilizzati o in base al numero di decisori: nel primo caso si parla di metodi *madm* deterministici, stocastici, *fuzzy*, o combinazioni di diversi tipi di dati; nel secondo caso si parla di metodi con un solo decisore o con un gruppo di decisori. La presenza di un gruppo di decisori comporta la necessità di sintetizzare i giudizi individuali in un unico giudizio [1].

Si assiste ad una continua proliferazione dei metodi di decisione e delle loro modificazioni. Ogni metodo utilizza tecniche numeriche per aiutare il decisore ad operare una scelta all'interno di un insieme discreto di alternative.

Le diverse famiglie di metodi multicriteriali sono orientate a descrivere situazioni diverse per la struttura del problema, per la natura della conoscenza e dell'informazione a disposizione e per gli elementi di incertezza che caratterizzano il contesto decisionale.

3. Valutazione e pianificazione

Uno dei contesti in cui l'analisi multicriteriale ha trovato ampia applicazione è quello della pianificazione territoriale.

L'intersezione dei campi disciplinari della pianificazione territoriale e dei metodi decisionali multicriteriali è prodotta da una serie di cause quali [16]:

- l'adozione del concetto di sostenibilità dello sviluppo, cui consegue la riconosciuta importanza dell'interdipendenza delle relazioni tra i differenti attori dello sviluppo territoriale, e della partecipazione degli *stakeholders* ai processi di decisione riguardanti i grandi progetti;
- la crescente complessità dei contesti delle decisioni sia in termini di territori di riferimento che di attori coinvolti;
- la moltiplicazione degli attori coinvolti nei processi di decisione per effetto della globalizzazione e delle politiche di decentralizzazione [16].

I metodi multicriteriali consentono di affrontare problemi di pianificazione ambientale quali, ad esempio, la scelta di destinazione d'uso più sostenibile di un'area, di un sito, di un territorio; la scelta della localizzazione di un impianto per il riciclo di rifiuti; la scelta di progetti di infrastrutture stradali sostenibili. Si tratta di problemi decisionali complessi in cui il quadro informativo è insufficiente, l'impatto è incerto, il numero di soggetti coinvolti nelle scelte è elevato, i loro interessi sono diversi e variabili nel tempo, il numero di alternative è anch'esso elevato [3]. La valutazione si accompagna alla pianificazione e la pianificazione richiede alla prima gli strumenti necessari all'elaborazione e gestione di un piano/progetto.

In particolare le valutazioni multicriteriali sono uno strumento indispensabile per attivare un processo dialogico tra i soggetti coinvolti nei processi di sviluppo, in quanto consento-

no di tenere conto della pluralità di interessi dei diversi soggetti (tecnici progettisti, pianificatori, politici e gruppi sociali).

L'analisi multicriteriale può essere applicata in tutte le fasi del processo decisionale:

- prima che l'azione (progetto/piano) venga delineata e intrapresa, per verificarne la fattibilità e la desiderabilità (*ex ante*);
- dopo che l'azione (progetto/piano) è stata pianificata e mentre viene intrapresa, per verificare se lo stato di avanzamento corrisponde a quanto previsto (*in itinere*);
- dopo che l'azione (progetto/piano) ha prodotto dei risultati, per verificare se corrispondono a quelli attesi (*ex post*).

Il processo di valutazione multicriteriale si sviluppa in due fasi successive e complementari: la prima fase consiste nella ricerca delle alternative che hanno una rilevanza oggettiva; la seconda fase consiste nella costruzione di una classifica (o ordinamento) delle diverse alternative.

4. Formulazione di un problema di decisione multicriteriale

L'analisi di un problema di valutazione richiede l'individuazione dei seguenti elementi:

- l'obiettivo generale da raggiungere;
- un decisore o un gruppo di decisori che esprimono le proprie preferenze;
- le alternative, che rappresentano l'oggetto della valutazione, da ordinare;
- i criteri di valutazione in base ai quali vengono valutate le alternative;
- i punteggi che esprimono il valore delle alternative rispetto a un criterio.

Formalizzando, la definizione di un problema di decisione comporta l'individuazione di un insieme finito A di n elementi, le alternative, tra i quali il decisore deve scegliere; un insieme C di m criteri rispetto ai quali gli elementi di A sono confrontati e una relazione d'ordine debole su A (\succsim) [12].

Quando si confrontano due elementi di A rispetto ad un criterio dell'insieme C si esegue un confronto binario. Il simbolo $>_C$ indica una relazione binaria su A e significa "maggiormente preferito" rispetto a un criterio $C_j \in C$; il simbolo \sim_C indica una relazione binaria su A e significa "indifferente" rispetto ad un criterio $C_j \in C$. Dati due elementi $A_i, A_j \in A$ deve necessariamente verificarsi uno dei seguenti casi:

$$A_i >_C A_j, A_j >_C A_i, A_i \sim_C A_j, \forall C_j \in C.$$

Una relazione binaria \succsim è una relazione di preferenza che caratterizza il decisore. In analogia con la relazione d'ordine sui numeri, l'espressione $x > y$ (stretta preferenza) significa che vale la relazione $x \succsim y$ ma non vale $y \succsim x$, e l'espressione $x \sim y$ significa che valgono entrambe le relazioni $x \succsim y$ e $y \succsim x$.

Detto a_{ij} il valore (misura del grado di soddisfazione) dell' i -esima alternativa rispetto al j -esimo criterio, e w_j il peso del j -esimo criterio, un problema multicriterio può essere rappresentato mediante la seguente matrice delle valutazioni [17]:

Tabella 1. Matrice delle valutazioni

	C_1	...	C_i	...	C_m
A_1	a_{11}	...	a_{1i}	...	a_{1m}
A_2	a_{21}	...	a_{2i}	...	a_{2m}
...
A_n	a_{n1}	...	a_{ni}	...	a_{nm}

La scelta di un metodo per la valutazione delle alternative dipende dalle caratteristiche del problema considerato: le caratteristiche discriminanti sono la natura dell'insieme delle alternative da esaminare (discreto, finito, o continuo) e la forma degli indicatori utilizzati per stimare gli effetti (indicatori quantitativi o qualitativi).

In base alla tipologia dei fenomeni da valutare, alla quantità e qualità di informazioni disponibili e all'obiettivo da perseguire si procede alla scelta del metodo di valutazione.

Generalmente i problemi decisionali sono governati da una pluralità di soggetti decisionali, ciascuno con propri obiettivi, interessi e priorità; gli impatti su tali obiettivi sono necessariamente espressi in unità di misura diverse.

5. Il metodo AHP

L'Analytic Hierarchy Process (AHP) è un metodo di decisione multicriterio introdotto da T.L. Saaty negli anni ottanta [14]. Saaty parte dal presupposto che un problema complesso può essere meglio compreso strutturando gerarchicamente i suoi elementi costituenti e sintetizzando i giudizi sull'importanza relativa degli elementi di ogni livello gerarchico in un insieme di priorità globali [13].

Il metodo AHP viene utilizzato per ordinare le alternative, determinare la migliore alternativa, allocare le risorse, effettuare dei confronti benefici/costi, valutare la sensibilità delle alternative ai cambiamenti dei giudizi.

L'uso dell'AHP per risolvere problemi decisionali comporta quattro fasi [22]:

- la costruzione di una struttura gerarchica degli elementi in gioco nel problema decisionale;
- la raccolta dei dati mediante confronti a coppie tra gli elementi di uno stesso livello della gerarchia;
- la stima dei pesi relativi degli elementi mediante l'applicazione del metodo dell'autovalore;
- l'aggregazione dei pesi relativi degli elementi per avere un ordinamento (*ranking*) delle alternative.

La prima fase del metodo consiste nel definire il problema decisionale, individuarne gli obiettivi e suddividerlo in una gerarchia di elementi correlati. Una gerarchia è una struttura reticolare costituita da due o più livelli (Figura 1).

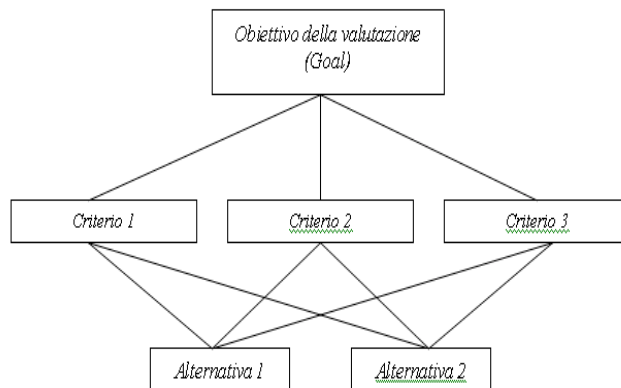


Figura 1. Esempio di gerarchia a tre livelli.

Il primo livello della gerarchia contiene l'obiettivo generale (goal o focus) del problema, il secondo contiene gli attributi o criteri che contribuiscono al raggiungimento dell'obiettivo, i livelli successivi contengono attributi più dettagliati, fino ad arrivare all'ultimo livello che contiene le alternative, cioè le azioni da valutare. Nella costruzione della gerarchia il numero dei livelli dipende dalla complessità del problema, dalla natura delle azioni da valutare e dal grado di dettaglio che l'analista richiede per risolvere il problema. Inoltre è importante che ogni livello della gerarchia non contenga un numero di elementi maggiore di 9, altrimenti la valutazione attraverso un confronto a coppie diventa un'operazione difficilmente trattabile; infatti, si può verificare sperimentalmente che la mente umana non riesce a confrontare più di un certo numero di elementi contemporaneamente, a meno di incorrere in errori di giudizio talmente rilevanti da rendere i risultati matematicamente inaccettabili.

Per i livelli gerarchici devono valere due proprietà:

- indipendenza degli elementi dei livelli superiori dagli elementi dei livelli inferiori (*outer independence*);
- indipendenza tra gli elementi di ogni singolo livello (*inner independence*).

[Segue al numero 154]

[1], [2], [3] Università degli Studi del Sannio, Dipartimento di analisi dei sistemi economici e sociali: luca.cirillo@unisannio.it, gabriella.marcarelli@unisannio.it, massimo.squillante@unisannio.it