

I SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI COME STRUMENTO DI SUPPORTO ALLE DECISIONI NELLE PROCEDURE DI VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA E VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE: UBICAZIONE DI UNA DISCARICA INTERCOMUNALE

A. Calvano¹

¹ Libero professionista

1 – Stato dell'arte dello specifico problema

“Ogni attività umana giuridicamente rilevante (...) deve conformarsi al principio dello sviluppo sostenibile, al fine di garantire che il soddisfacimento dei bisogni delle generazioni attuali non possa compromettere la qualità della vita e le possibilità delle generazioni future” (art. 3-quater comma 1 del D.Lgs. 16/01/08, n. 4). L'art. 1 della Direttiva 2001/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 giugno 2001, concernente la valutazione degli impatti di determinati piani e programmi sull'ambiente, auspica di garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e di contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali all'atto dell'elaborazione e dell'adozione di piani e programmi al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile, assicurando che, ai sensi della presente direttiva, venga effettuata la valutazione ambientale di determinati piani e programmi che possono avere effetti significativi sull'ambiente. Gli effetti devono comprendere quelli secondari, cumulativi, sinergici, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, positivi e negativi.

Ciò si realizza considerando le alternative e le migliori conoscenze (allegato I, lett. h). L'art. 1 della Direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, si applica alla valutazione dell'impatto ambientale dei progetti pubblici e privati che possono avere un impatto ambientale significativo. Nei considerato, in premessa, la direttiva precisa che: *“(32) È opportuno che i dati e le informazioni fornite dal committente (...) siano completi e di qualità sufficientemente elevata. Al fine di evitare duplicazioni della valutazione, si dovrebbero prendere in considerazione i risultati di altre valutazioni effettuate (...); (33) Gli esperti coinvolti nella redazione dei rapporti di valutazione dell'impatto ambientale dovrebbero essere qualificati e competenti (...)”*. L'art. 1 Descrizione del progetto, allegato IV, della stessa, individua tra suoi contenuti: *“2. La descrizione delle alternative ragionevoli (...) prese in esame dal committente, adeguate al progetto proposto e alle sue caratteristiche specifiche, indicando le principali ragioni alla base dell'opzione scelta, incluso un raffronto degli effetti ambientali. 3. La descrizione degli aspetti pertinenti dello stato attuale dell'ambiente (scenario di base) e una descrizione generale della sua probabile evoluzione in caso di mancata attuazione del progetto, nella misura in cui i cambiamenti naturali rispetto allo scenario di base possano essere valutati con uno sforzo ragionevole in funzione della disponibilità di informazioni ambientali e conoscenze scientifiche. (...) 5. Una descrizione dei probabili effetti rilevanti sull'ambiente del progetto (...) 6. La descrizione da parte del committente dei metodi di previsione o dei dati utilizzati per individuare e valutare gli effetti sull'ambiente incluse informazioni dettagliate sulle difficoltà incontrate nel raccogliere i dati richiesti (ad esempio carenze tecniche o mancanza di conoscenze) nonché sulle principali incertezze riscontrate”*. In sintesi la VAS può essere vista come l'applicazione della procedura di VIA a processi di piano e programmi.

Il termine valutazione è, di per sé, piuttosto vago. Proposto nel 1975 è definito come il processo sulla base del quale vengono analizzati un certo numero di piani e progetti alla ricerca di vantaggi e svantaggi su base comparativa in modo da poter avere ben presenti i risultati dell'analisi in una struttura logica. Valutare, secondo alcuni autori, non significa prendere decisioni, ma al contrario fare da supporto ai decisori mettendo in evidenza le differenze che esistono tra le diverse alternative, fornendo informazioni utili alla decisione conseguente. Formulare giudizi sulla base di valutazioni è così frequente che a volte risulta difficile considerare la valutazione come un momento distinto da quello della pianificazione.

Ai fini della valutazione diventa, quindi, necessaria la costruzione di un processo o modello logico. Attualmente gli effetti si valutano asseverando l'informazione esistente anche quando la scala non è appropriata. I metodi utilizzati per descrivere i fenomeni sono concentrati. Le valutazioni sono soggettive, non ripercorribili, opache. La restituzione dell'informazione geografica georiferita non è ancora recepita. L'implementazione di modelli oggettivi, distribuiti, georiferiti non è concepita per fenomeni di cui si ha conoscenza scientifica. L'impiego dei Sistemi informativi Territoriali come soluzione, non unica, per descrivere fenomeni di cui non si potrebbe costruire univoca trattazione scientifica, è il tentativo culturale del presente lavoro.

1.1 – Il contesto nazionale

Dal punto di vista delle scienze sociali un modello decisionale è un costrutto analitico che individua gli elementi essenziali di tale processo e le loro relazioni: il decisore, i suoi attributi cognitivi, le attività di ricerca delle soluzioni, le modalità e i criteri di scelta. Il modello della razionalità assoluta prevede la scansione del processo decisionale in una sequenza di fasi distinte sul piano temporale:

1. fissazione degli obiettivi posti in un ordine di priorità e non contraddittori tra loro;
2. individuazione delle alternative praticabili e valutazione di tutte le conseguenze di ciascuna;
3. scelta dell'alternativa vincente.

Se il processo è stato condotto correttamente la decisione finale si riduce ad un calcolo. Il modello della razionalità limitata presuppone identiche finalità; il decisore non dispone, però, dell'informazione perfetta su menzionata. Il suo criterio di scelta sarà quello di identificare una soluzione che sia almeno soddisfacente. Nel modello della razionalità incrementale il contesto decisionale diventa affollato da attori multipli che agiscono strategicamente, cioè cercano di massimizzare la loro utilità attesa sapendo che anche gli altri cercheranno di massimizzare la propria. La scelta razionale non è quella che ottimizza le preferenze del decisore, ma quella che garantisce l'accordo fra gli interessi coinvolti: reciproco aggiustamento partigiano. Tra le principali logiche dell'azione sociale, utili a costruire i modelli richiamati, si ricordano la negoziazione (modello neo-istituzionale) e la deliberazione (modello deliberativo), tecniche per la risoluzione dei conflitti. La prima è il processo attraverso cui i partecipanti trovano una soluzione soddisfacente sulla base di preferenze date; le parti cercano di raggiungere un accordo, un compromesso. La seconda è il processo attraverso cui le preferenze dei partecipanti si modificano mediante l'uso di buoni argomenti; le parti cercano di raggiungere un punto di vista comune per mezzo di pratiche dirette a neutralizzare i conflitti del dialogo e argomentazioni quali l'analisi multicriteri, giurie dei cittadini, bilancio partecipativo. In ambito normativo il riferimento principale è il testo unico sull'ambiente o codice dell'ambiente D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. Le procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS) e per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) sono trattate nella parte seconda. Al Titolo I sono trattati i principi generali per le procedure di VAS e di VIA. Le finalità delle procedure sono dichiarate all'art. 4 comma 4, rispettivamente, alle lettere a) e b): *“a) la valutazione ambientale di piani e programmi che possono avere un impatto significativo sull'ambiente ha la finalità di garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali all'atto dell'elaborazione, dell'adozione e approvazione di detti piani e programmi assicurando che siano coerenti e contribuiscano alle condizioni per uno sviluppo sostenibile. b) la valutazione ambientale dei progetti ha la finalità di proteggere la salute umana, contribuire con un migliore ambiente alla qualità della vita, provvedere al mantenimento delle specie e conservare la capacità di riproduzione dell'ecosistema in quanto risorsa essenziale per la vita”*. A questo scopo, essa individua, descrive e valuta, in modo appropriato, per ciascun caso particolare e secondo le disposizioni del presente decreto, gli impatti diretti e indiretti di un progetto sui seguenti fattori: 1) l'uomo, la fauna e la flora; 2) il suolo, l'acqua, l'aria e il clima; 3) i beni materiali ed il patrimonio culturale; 4) l'interazione tra i fattori di cui sopra.

Nell'allegato I e VI del Decreto sono descritti, per le procedure di VAS, rispettivamente i:

- Criteri per la verifica di assoggettabilità di piani e programmi di cui all'articolo 12;
- Contenuti del Rapporto ambientale di cui all'art. 13.

Nell'allegato V e VII del Decreto sono descritti, per le procedure di VIA, rispettivamente i:

- Criteri per la verifica di assoggettabilità di cui all'articolo 20;
- Contenuti dello Studio di impatto ambientale di cui all'art. 22.

Le linee guida introdotte in ambito ministeriale, per le due procedure, sono orientate alla restituzione dell'informazione georiferita ai fini della valutazione e del monitoraggio.

1.2 – Il contesto locale

La Valutazione Ambientale Strategica, dal punto di vista legislativo, è definita all'art. 4 comma a), R.R. 4 agosto 2008, n. 3 e s.m.i., recante 'Regolamento regionale delle procedure di Valutazione di Impatto ambientale, di Valutazione ambientale strategica e delle procedure di rilascio delle Autorizzazioni Integrate Ambientali' della Regione Calabria, come il processo che comprende "lo svolgimento di una verifica di assoggettabilità, l'elaborazione del rapporto ambientale, lo svolgimento di consultazioni, la valutazione del piano o del programma, del rapporto e degli esiti delle consultazioni, l'espressione di un parere motivato, l'informazione sulla decisione ed il monitoraggio"; mentre la Valutazione di Impatto Ambientale è definita all'art. 4 comma b), come il processo che comprende "lo svolgimento di una verifica di assoggettabilità, la definizione dei contenuti dello studio d'impatto ambientale, lo svolgimento di consultazioni, la valutazione del progetto, dello studio e degli esiti delle consultazioni, l'informazione sulla decisione ed il monitoraggio".

Dal punto di vista scientifico una buona pratica della VAS dovrebbe partire da una semplice procedura di screening, utilizzando i metodi delle liste per categorie e il test del caso per caso. Si dovrebbe poi utilizzare lo scoping per identificare la portata degli impatti più significativi, valutare e comparare le alternative, compreso il non fare, verificando ciò che si guadagna e quello che si perde per la messa a punto dell'opzione ambientale più praticabile, dimensionando l'area in maniera da poter valutare gli effetti cumulativi, comparare le alternative, identificare le necessarie mitigazioni. Ciò è tradotto, in ambito regionale, con l'Allegato A 'Disciplinare Operativo inerente la procedura di VAS applicata agli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale'.

Nell'Allegato A la matrice di valutazione qualitativa degli impatti significativi è popolata con i termini riportati in tabella 1.

Tipologia dell'impatto		Qualità dell'impatto		Durata dell'impatto		Reversibilità dell'impatto	
1	Diretto	*	Positivo	L	Lungo termine	P	Permanente
2	Secondario	-	Negativo	M	Medio termine	T	Temporaneo
0	Nulla			B	Breve termine		

Tab. 1 – Matrice di valutazione qualitativa degli impatti

Gli aspetti cumulativi, valutati sempre in forma qualitativa, possono essere positivi (P) , negativi (N) o ininfluenti (I). Oltre la proposta di piano l'altra alternativa ipotizzata è la sua assenza. La Legge Regionale 19/02 e s.m.i. obbliga i comuni a produrre i dati degli strumenti di pianificazione in conformità agli standard di interoperabilità (ambiente GIS).

2 – Metodologia

2.1 - Teoria delle decisioni

Si definisce decisione una scelta tra possibili alternative. Le alternative possono essere costituite da differenti azioni da compiere, da differenti ipotesi, da diverse strategie di allocazione e uso delle risorse, ecc.

Un comportamento razionale implica la valutazione di scelte alternative (processo di presa delle decisioni) basandosi su determinati criteri. Si definisce criterio una base per misurare o valutare una decisione presa. I criteri possono essere di due tipi: fattori e vincoli. Si definisce fattore un criterio che aumenta o diminuisce la desiderabilità di una specifica alternativa per l'azione o la situazione considerata. Esso viene misurato in una scala continua. Un vincolo ha l'effetto di limitare le alternative prese in considerazione. Si definisce regola di decisione la procedura attraverso la quale i criteri sono combinati ai fini della valutazione, e le valutazioni sono comparate e attuate. Una regola di decisione può essere semplice, come un valore soglia applicato ad un singolo criterio, oppure può essere

complessa, quando, ad esempio, essa implica la comparazione di un insieme di valutazioni multicriteriali.

Due sono le situazioni in cui maggiormente si ricorre all'applicazione di una regola di decisione: quelle in cui la regola di decisione coinvolge la valutazione di ipotesi alternative relative a singole caratteristiche; quelle in cui viene presa una decisione sulle differenti caratteristiche da aggregare in una combinazione.

Le funzioni di scelta forniscono uno strumento matematico per la comparazione delle alternative, le scelte euristiche hanno per oggetto l'applicazione di una procedura di valutazione, piuttosto che la costruzione di una funzione obiettivo. Il processo di applicazione della regola di decisione è chiamato valutazione. Si parla di valutazioni multi-criteria quando per soddisfare uno specifico obiettivo è frequente il caso in cui occorre valutare molti criteri.

2.2 - Metodi multicriteriali gerarchici - Pesi

Nell'ambito dei processi di supporto decisionale per la conservazione dell'ambiente di notevole interesse è lo studio dei metodi multicriteriali, derivati dalla teoria generale dei processi analitici gerarchici. Obiettivo dei metodi è la trasformazione delle preferenze del decisore, espresse in modo qualitativo, in grandezze quantitative (pesi dei criteri), espresse in forma numerica. Per un assegnato insieme di criteri si procede preliminarmente alla modellazione delle preferenze del decisore mediante l'assegnazione, per ogni coppia di criteri, di un'importanza relativa espressa secondo una scala di giudizio di tipo ordinale. Successivamente, attraverso l'utilizzazione di procedure di calcolo matriciale, si determinano i singoli pesi da applicare ai criteri (ad ogni criterio corrisponde un peso diverso).

Attraverso i pesi così determinati, i criteri vengono aggregati mediante una combinazione lineare, ed il risultato di tale operazione può essere considerato come un indice di convenienza rispetto alla situazione o all'azione esaminata.

Il più semplice processo analitico di tipo gerarchico è quello costituito da tre elementi o livelli: obiettivi, criteri, scelte. Per ogni livello di gerarchia occorre stabilire, quindi, la scala delle preferenze, in base alla quale comparare, a due a due, gli elementi considerati. Ogni comparazione consente di derivare un indice di dominanza, che rappresenta la stima dell'intensità dell'importanza dell'elemento i rispetto all'elemento j .

Per le decisioni in campo ambientale di diffusa applicazione è la scala continua a 9 punti. In un processo decisionale con n elementi da comparare, si avranno $n*(n - 1)/2$ indici di dominanza che possono essere rappresentati in una matrice di comparazione a coppie, [A]. Per la determinazione dei pesi, ciascun individuo, ovvero ciascun gruppo di interesse dovrà comparare ciascuna possibilità, inserendo i punteggi all'interno di una apposita matrice di confronto. Poiché tale matrice è simmetrica, si può riempire solo la parte triangolare bassa. Le rimanenti celle sono infatti rappresentate dai reciproci dell'altro mezzo triangolo. Il valore generico della matrice rappresenta l'intensità dell'importanza relativa dell'elemento i rispetto all'elemento j . Se l'attribuzione dei valori di giudizio è priva di errori di inconsistenza, ogni riga della matrice rappresenta la successione dei pesi relativi di un elemento rispetto a tutti gli altri elementi $(n - 1)$. L'ipotesi di perfetta consistenza della matrice implica che per tutti gli n elementi deve valere la relazione: $a_{ij} = a_{ik} * a_{kj}$.

Nella realtà ciò non avviene e, quindi, occorre procedere ad un'operazione di calibrazione dei pesi, allo scopo di ottimizzare i valori di giudizio espressi. Tra queste calibrazioni quella maggiormente impiegata consiste nel derivare il vettore dei pesi relativi mediante la determinazione dell'autovettore della matrice A associato al massimo autovalore. Una misura della consistenza della matrice, detta indice di inconsistenza, è definita attraverso la seguente relazione:

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (1)$$

dove λ_{\max} è il massimo autovalore della matrice A. Un valore nullo di IC indica la perfetta consistenza a differenza di valori positivi crescenti.

2.3 - Funzione di utilità

La matrice di valutazione, su menzionata, è costituita da righe ciascuna delle quali ha un significato e unità di misura differenti. Per questo motivo il primo passaggio dell'analisi a molti attributi classica

consiste nel trasformare la matrice di valutazione nella matrice degli obiettivi, che esprime le prestazioni parziali delle alternative rispetto ai singoli criteri. Il decisore associa a ciascun criterio una funzione di utilità che mette in relazione i valori assunti del criterio corrispondente con una misura della soddisfazione che da tale valore deriva. Poiché in genere non è possibile quantificare l'utilità in valore assoluto si utilizza una scala dimensionale con campo di variabilità compreso tra 0 e 1.

L'applicazione di una funzione di utilità a un criterio consente pertanto di ottenere un insieme di numeri compresi tra 0 e 1, dove 1 indica la massima soddisfazione e 0 la massima insoddisfazione per il comportamento dell'indicatore del criterio considerato o viceversa. La funzione di utilità può avere una forma qualsiasi e può essere classificata in base al suo andamento: monotono o non, crescente o decrescente, lineare, lineare a tratti o non lineare ecc.. Per stimare le funzioni di utilità è possibile cercarle in letteratura, consultando lavori già svolti che riguardano criteri di interesse. Una volta trovato l'andamento di una funzione di utilità questa deve essere analizzata criticamente, considerando se le condizioni per le quali è stata ricavata sono compatibili con quelle del problema in esame.

2.4 - Decisioni multicriteriali

La valutazione multicriteriale riguarda il modo di combinare l'informazione proveniente da svariati criteri, in modo da formare un singolo indice di valutazione. Per criteri booleani (vincoli), la soluzione si trova per effetto dell'unione (OR logico) ovvero dell'intersezione (AND logico) delle condizioni.

Per fattori continui è abituale utilizzare una combinazione lineare pesata: si ottiene applicando un peso a ciascun fattore, si sommano poi i risultati per ottenere una carta di siti convenienti. Se definiamo con i un fattore, W_i il fattore del peso i , c_i il punteggio del criterio per il fattore i , S la convenienza della scelta, una combinazione lineare pesata è la sommatoria dei fattori per i punteggi del fattore i -esimo è riportata nell'equazione:

$$S = \sum W_i * c_i \quad (2)$$

Se oltre a tale criterio si desidera applicare anche un insieme di vincoli di tipo booleano, si moltiplicano le convenienze per i vincoli. Si otterrà cioè:

$$S = \sum W_i * c_i * \prod C_j \quad (3)$$

dove C_j rappresenta il punteggio del criterio per il vincolo j , e Π è il prodotto.

2.5 - Incertezza dei dati del problema decisionale

In tutti i processi decisionali le informazioni disponibili raramente sono prive di incertezza. Ciò è dovuto principalmente a due fattori: l'inattendibilità dei dati di base e l'incertezza insita nella definizione stessa della regola di decisione. L'affidabilità delle decisioni adottate dipende fortemente dall'attendibilità dei dati di base e dalle informazioni elaborate a supporto della definizione quantitativa delle variabili che caratterizzano il problema. Nell'ambito dell'utilizzazione del GIS quale strumento di conoscenza dell'ambiente naturale, l'incertezza fornita dalle informazioni digitali spazialmente distribuite deriva dagli errori prodotti sia nella fase di acquisizione e georeferenziazione che durante la successiva fase di associazione degli attributi.

3 – Applicazione del metodo: ubicazione di una discarica intercomunale di RSU

3.1 - Dominio

L'area di studio, oggetto della valutazione, è una porzione del territorio che comprende una discarica esistente. L'area vasta è stata considerata come insieme costituito da nove fogli corrispondenti ai quadranti della Carta Tecnica Regionale (90 kmq).

Il problema che si è affrontato ha un solo obiettivo: scelta del sito ottimale per l'ubicazione di una discarica a servizio di più comuni. La valutazione del suo raggiungimento è resa possibile mediante analisi multicriteriale. I fattori di rilievo per la localizzazione della discarica sono costituiti da tre strati informativi: geologia, uso del suolo, pendenza. I vincoli sono rappresentati dalle fasce di rispetto dei fiumi e dei centri abitati. Si sono considerate rispettivamente: l'area urbana di Cosenza costituita dai comuni di Cosenza, Rende, Castrolibero, sede della discarica esistente in località Destre Spizzirri; l'area in cui è sita la discarica esistente in località contrada Dolcetti Campolescia - Castrovillari e comprende anche i comuni di Cassano allo Ionio, Saracena, San Basile; l'area in cui è sita la discarica esistente in

località Vetrano nel comune di San Giovanni in Fiore e comprende anche i comuni di Cotronei, Caccuri. Per ogni caso in elenco sono state analizzate due ipotesi alternative: a e b.

3.2 - *Informazione di base*

Le elaborazioni sono state realizzate mediante l'impiego di un software Gis gratuito disponibile in rete. L'informazione di base è fruibile dal sito istituzionale della Regione Calabria. Da questo è possibile scaricare gli strati informativi inerenti i fiumi e i centri abitati in formato immagine. Questi vengono, inizialmente georiferiti, quindi digitalizzati per diventare dei tematismi. Nel caso dei fiumi è stata utilizzata la primitiva linea. Nel caso dei centri abitati è stata utilizzata la primitiva poligono. Contestualmente alla fase di disegno si procede al popolamento degli attributi dell'informazione. Per quanto riguarda i fiumi si assegna il nome al singolo affluente e all'asta principale. Per il caso 1, 2, 3 si derivano rispettivamente 298, 405, 1277 elementi digitalizzati. Per quanto concerne i centri abitati si assegna il nome della località e la sua popolazione. Per il caso 1, 2, 3 si derivano rispettivamente 74, 6, 74 elementi digitalizzati. Dallo stesso sito, è possibile scaricare il tematismo inerente la geologia e l'uso del suolo da georiferire, digitalizzare e popolare negli attributi. Per il caso 1, 2, 3 si derivano rispettivamente 33, 190, 461 elementi, per la geologia. Per il caso 1, 2, 3 si derivano rispettivamente 153, 62, 144 elementi, per l'uso del suolo. Sfruttando in maniera integrata il software Gis e Google è possibile digitalizzare le curve di livello del terreno per generare il relativo tematismo che deve essere poi popolato del campo della quota. In questo caso sono stati digitalizzati rispettivamente 163, 216, 163 elementi, per i casi 1, 2, 3. Mediante interpolazione è possibile derivare il modello delle quote del terreno e la carta delle pendenze mediante l'algoritmo ESRI. Si è scelta la convenzione che punteggi bassi dei criteri corrispondano ai casi migliori. Valori bassi di pendenza indicano terreni pianeggianti dove è più semplice intervenire in fase di realizzazione ed esercizio della discarica al contrario di pendenze maggiori dove tali possibilità possono risultare complicate o economicamente impossibili. Inoltre pendenze maggiori amplificano la dinamica di percolazione, di eventuali liquidi prodotti dall'accumulo di rifiuti, nel caso di potenziale foratura del geotessile. Per il caso 1.a i valori di pendenza, espressa in percentuale, sono stati suddivisi in 7 classi di seguito riportate:

[0-5; 5-10; 10-15; 15-20; 20-30; 30-50; >50]

che, in accordo con quanto previsto dall'analisi multi criteri, rappresentano i punteggi dei criteri. Per l'ipotesi 1.b si sono raddoppiati i valori dei criteri. Per il caso 2 i valori di pendenza, espressa in percentuale, sono stati suddivisi in 11 classi di seguito riportate:

[0-5; 5-10; 10-15; 15-20; 20-25; 25-30; 30-35; 35-40; 40-45; 45-50; >50]

L'ipotesi 2.a e 2.b sono coincidenti. Per il caso 3, nelle ipotesi di coincidenza tra 3.a e 3.b, i valori di pendenza sono stati suddivisi in 7 classi come il caso 1.a. Per quanto riguarda la geologia, il terreno migliore per ospitare la discarica è l'argilla. Questo materiale, essendo impermeabile, evita al percolato di infiltrarsi nel terreno e di inquinare le falde profonde e l'ambiente. Al contrario la sabbia, materiale permeabile, permette l'infiltrazione ed è da evitare. Definiti gli estremi le altre tipologie litologiche si collocano in posizioni intermedie. Nel caso 1 i terreni sono stati classificati con punteggi da 1 a 10. Sono state considerate due ipotesi, 1.a e 1.b, di assegnazione dei criteri, coincidenti. Nel caso 2, come prima ipotesi, 2.a, i terreni sono stati classificati con punteggi da 1 a 10, con esclusione del valore 3. Per lo stesso caso come seconda ipotesi, 2.b, i terreni sono stati classificati con punteggi da 0 a 10, con esclusione dei valori 2 e 4. Sono state considerate due ipotesi, 2.a e 2.b, di assegnazione dei criteri, differenti. Nel caso 3, come prima ipotesi, 3.a, i terreni sono stati classificati con punteggi da 1 a 7. Per lo stesso caso come seconda ipotesi, 3.b, i terreni sono stati classificati con punteggi da 1 a 4. Sono state considerate due ipotesi, 3.a e 3.b, di assegnazione dei criteri, differenti. Per quanto riguarda l'uso del suolo, è fondamentale stabilire su quale porzione di territorio si può costruire la discarica. Sono da evitare le zone residenziali a tessuto continuo o i vari boschi, mentre i prati e le zone incolte si prestano bene. Definiti gli estremi le altre tipologie di uso si collocano in posizioni intermedie. Per il caso 1, come prima ipotesi, 1.a, l'uso del suolo è stato classificato con punteggi da 1 a 5. Nell'ipotesi 1.b si sono raddoppiati i punteggi dell'ipotesi 1.a. Per il caso 2 l'uso del suolo è stato classificato, nell'ipotesi 2.a, con punteggi da 1 a 10, con esclusione dei valori 4,6. Nell'ipotesi 2.b lo stesso è stato classificato con

punteggi da 0 a 10, con esclusione dei valori 1, 3, 6, 7, 8, 9. Per il caso 3 l'uso del suolo è stato classificato con punteggi da 1 a 6, nell'ipotesi 3.a., e con punteggi da 1 a 4, nell'ipotesi 3.b.

3.3 - Individuazione del sito

I dati relativi ai centri abitati e al reticolo idrografico vengono utilizzati per generare le cosiddette aree di rispetto o vincoli del problema, cioè le aree dove non è possibile ubicare le discariche. Per quanto riguarda i fiumi è stata considerata un'area di rispetto di 50, 150, 50 m, rispettivamente, per i tre casi considerati. Per quanto riguarda i centri abitati è stata considerata un'area di rispetto di 200, 500, 200 m rispettivamente, per i tre casi considerati. La generazione delle fasce è possibile mediante il software GIS. Per i tre casi, sono state considerate due ipotesi di scelta dei pesi: la prima tutti uguali, la seconda ipotesi pesi dell'uso del suolo e delle pendenze uguali e pari al doppio rispetto alla geologia. Nella prima ipotesi si ottiene una matrice di comparazione uguale alla matrice identità, con indice di consistenza nullo. Gli autovettori, normalizzati, uguali tra loro, hanno valore pari a 1/3. Nella seconda ipotesi si ottiene una matrice di valori di giudizio, riportata in tabella 2, con indice di consistenza nullo. Gli autovettori hanno valore pari a 0,2 per la geologia e 0,4 per la pendenza e uso del suolo.

	Geologia	Pendenza	Uso del suolo	Peso
Geologia				0,2
Pendenza	2			0,4
Uso del suolo	2	1		0,4

Tab. 2 – Matrice e pesi

I tematismi vettoriali (geologia e uso del suolo) sono stati trasformati in Raster tramite i comandi contenuti all'interno del software. I risultati, inerenti l'ubicazione della discarica, sono stati ottenuti mediante combinazione lineare ovvero mediante operazione di somma, algebra delle mappe. Nella prima e seconda ipotesi di calcolo, applicando la formula (3), si sono modificate le classi di rischio applicando una funzione di utilità monotona decrescente, per i tre criteri.

4 - Risultati

La discarica esistente nel comune di Castrolibero è situata al confine tra questo e il comune di Rende, più precisamente in località Sant'Agostino – Destre Spizzirri. Si estende su un'area di circa 45.000 mq. Il punteggio dell'attuale localizzazione è di 0,59 e 0,53 rispettivamente nella prima e seconda ipotesi. La zona pianeggiante ha una pendenza massima del 10%. Dal punto di vista geologico la scelta del sito è soddisfacente in quanto ricade su conglomerati e arenaria. Considerando però l'uso del suolo, la scelta non è delle migliori, in quanto, la discarica, è sorta su una zona ricca di oliveti. E' stato quindi necessario sacrificare questi ultimi in favore dei rifiuti. Con l'applicazione del metodo, sia nella prima che per la seconda analisi, si individuano due siti, con estensione significativa, con punteggi migliori rispetto l'attuale ubicazione (fig. 3).

Una prima zona, ipotetica, per ospitare la discarica, situata tra le contrade Andreotta, Motta, Fontanesi, Volpicchi, Cibbia e Colamato, ha punteggio complessivo pari a 1 per le due analisi. È un'area capace di contenere una discarica avente una superficie di circa 20.000 mq. Il terreno è argilloso, quindi con migliore capacità di impermeabilizzazione e l'uso del suolo è a prati stabili, anch'esso idoneo per la discarica. Le pendenze non sono le migliori, ma sono comunque adeguate in quanto vanno dal 5% al 15% al massimo (fig. 1).

Una seconda zona, ideale per ospitare la discarica, situata tra le contrade Andreotta, Fontana la Pietra e Pasquale-Merenzata ha un punteggio complessivo pari a 0,94 per la prima analisi e 0,93 per la seconda. È possibile collocare una discarica più grande rispetto a quella precedente. La sua estensione in pianta sarà di circa 35.000 mq. Le pendenze vanno dallo 0% al 5% massimo. Anche in questo caso come uso del suolo troviamo prati stabili, mentre, per quanto riguarda la geologia, si hanno dei terreni peggiori rispetto al caso precedente in cui si aveva unicamente l'argilla. Ci sono infatti, oltre l'argilla, calcare evaporitico e alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente (fig. 2). La discarica esistente nel comune di Castrovillari è situata in località Dolcetti Campolescia e si estende su un'area di circa 46.654

mq. Il punteggio dell'attuale localizzazione è pari a circa 0,5 nella prima ipotesi di calcolo mentre varia tra 0,59 e 0,56 nella seconda. Sorge su una zona pianeggiante con una pendenza variabile dal 4,8% circa al 6,7%. Dal punto di vista geologico essa ricade su residui di antichi terrazzi marini valutati con valore dei pesi pari a 6, nella prima ipotesi e 8 nella seconda. Dal punto di vista dell'uso del suolo, essa sorge su una zona il cui uso era a colture intensive con valore dei pesi pari a 7, nella prima ipotesi e 4 nella seconda. Con l'applicazione del metodo, sia nella prima che per la seconda analisi, si individuano due siti, con estensione significativa, con punteggi migliori rispetto l'attuale ubicazione (fig. 6). Una prima zona, ipotetica per ospitare la discarica, situata a sud dello stesso comune tra le località Centro Sociale e Varco d'Amendola, a Est della S.S.19, ha un punteggio complessivo pari a 0,67 per la prima analisi e 0,64 per la seconda. Questa è un'area capace di contenere una discarica avente una superficie di circa 345.000 mq. Il terreno dal punto di vista geologico è costituito da alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente, mentre l'uso del suolo è del tipo colture temporanee associate a colture permanenti. Le pendenze vanno da un valore di 0,6% circa a uno di 2% circa (fig. 4).

Una seconda zona, ipotetica per ospitare la discarica, situata nel comune di Cassano allo Ionio a sud est di quella su menzionata e a nord dello svincolo tra la E864 e la SS534, ha un punteggio complessivo pari a 0,67 per la prima analisi e 0,64 per la seconda. La sua estensione in pianta sarà di circa 178.000 mq. Le pendenze sono ottimali e vanno dallo 0,58% al 1,33% al massimo. Gli attributi della geologia e uso del suolo sono identici a quelli precedenti (fig. 5). La discarica esistente nel comune di San Giovanni in Fiore è situata al confine tra questo comune e il comune di Caccuri e Cotronei, in località Vetrano. Si estende su un'area di circa 16.545 mq. Il punteggio dell'attuale localizzazione è pari a circa 0,6 nella prima ipotesi di calcolo e 0,5 nella seconda. Sorge su una zona con una pendenza variabile dal 7% circa all' 8% circa. Dal punto di vista geologico essa ricade su argilla valutata con valore dei pesi pari a 1, nelle due ipotesi. Dal punto di vista dell'uso del suolo, essa sorge su una zona il cui uso era a colture intensive con valore dei pesi pari a 10, nelle due ipotesi (fig. 9). Una prima zona, ipotetica per ospitare la discarica, situata a Nord-Ovest nello stesso comune, a sud del centro abitato di San Giovanni in Fiore e a Ovest della località Fantino, ha un punteggio complessivo pari a 0,87 per le due analisi. Essa è un'area capace di contenere una discarica avente una superficie di circa 155.000 mq. Il terreno dal punto di vista geologico è costituito da granito, con punteggio 1 per ambedue le analisi. L'uso del suolo è del tipo a praterie discontinue con punteggio 3 per ambedue le analisi. Le pendenze vanno da un valore del 9% circa a uno del 14% circa (fig. 7).

Una seconda zona, ipotetica per ospitare la discarica, situata nel comune di Caccuri, a sud est della zona su menzionata e a Est della E864, ha un punteggio complessivo pari a 0,77 per la prima analisi e 0,93 per la seconda. La sua estensione in pianta sarà di circa 29.000 mq. L'uso del suolo è del tipo ad aree con vegetazione rada con punteggio 1 per ambedue le analisi. La zona è pianeggiante. Il terreno dal punto di vista geologico è costituito da prodotti di solifluzione e di dilavamento, con punteggio 5 e 3 rispettivamente per le due analisi (fig. 8).

5 - Conclusioni

I sistemi di supporto alla decisione (DSS) costituiscono oggi uno tra i mezzi più potenti ed efficaci per la messa a punto di modelli per il controllo e la salvaguardia delle risorse ambientali. In fenomeni spazialmente distribuiti, quali quelli che riguardano il sistema ambiente, le fasi di immagazzinamento, codifica e restituzione delle informazioni devono essere realizzate all'interno di un GIS che, in tale ambito, assume la connotazione di strumento di supporto alle decisioni. L'integrazione tra GIS e tecniche di valutazione multicriteriali può essere efficacemente finalizzata alla determinazione di alcune informazioni sintetiche, rappresentative dei fattori di rischio ambientale, di immediata comprensione ed agevole manipolazione. Per i problemi di tutela e di conservazione dell'ambiente (ubicazione di una discarica, salvaguardia dell'ambiente fisico, determinazione del livello di rischio di degradazione delle risorse naturali e paesaggistiche), particolarmente indicati risultano essere i metodi multicriteriali gerarchici. I vantaggi derivanti dall'utilizzo di tali metodi sono riconducibili essenzialmente alla ridondanza delle informazioni richieste nella fase di impostazione del problema decisionale. La comparazione dell'importanza relativa fra tutte le possibili coppie di criteri (elementi di giudizio soggettivo) rende i pesi locali attribuiti ai criteri molto meno sensibili rispetto ad errori di giudizio e, al

contempo, ha l'ulteriore vantaggio di permetterne la verifica dell'attendibilità attraverso una misura del livello di consistenza. La metodologia di sviluppo propria del DSS risulta tale da limitare il più possibile la soggettività dei metodi di valutazione (con riduzione crescente in modo più che lineare con l'aumentare del numero dei criteri considerati) e da rendere trasparenti le strutture di calcolo, in modo da mettere in atto, nel modo più auspicabile, la fase di partecipazione al processo decisionale di vari soggetti.

I limiti dell'analisi sono da ascrivere principalmente all'incertezza dell'informazione di base rispetto la reale conoscenza del territorio, alla dimensione territoriale scelta, dominio di analisi, alla soggettività con cui vengono attribuiti i criteri e i rispettivi pesi delle componenti territoriali considerate nell'analisi stessa. I metodi di indagine del territorio migliorano quotidianamente attraverso tecniche dirette e indirette. La versatilità di un sistema informativo territoriale risiede nel fatto di essere già predisposto ad inglobare informazioni di dettaglio del territorio quando queste saranno disponibili. Inoltre un SIT ha capacità performante anche rispetto l'inserimento di modelli che meglio simulano e interpretano il comportamento delle leggi della natura. A ciò va aggiunta la change offerta dai DSS che permettono di far diventare oggettiva la soggettività del peso da attribuire all'informazione stessa. Il peso diventa quindi elemento di discussione, braccio di ferro, tra il decisore politico e il portatore di interesse, la comunità. Le ubicazioni ottenute considerano come dati di partenza il corine land cover da cui deriva l'uso del suolo, la carta geologica della Regione Calabria e le isoipse derivate da google. L'area di interesse, nei tre casi, è limitata ad una porzione del territorio. La metodologia si presta ad ubicazioni di massima tipiche della pianificazione o dei procedimenti di VAS; necessita tuttavia di un maggior dettaglio e di un maggior numero di elementi, da inglobare nell'analisi, nel caso di procedimenti di VIA. Nelle tre ipotesi considerate gli elementi di soggettività, rappresentati dalla scelta dei pesi e dalla regola di decisione, la correlazione tra i pesi stessi, sono rimasti immutati al fine di rinviare alla fase politica l'eventuale discussione. L'altro elemento di soggettività, rappresentato dalla scelta dei criteri, è stato ponderato sulla reale situazione territoriale e sulla sua naturale predisposizione, capacità di carico, rispetto all'elemento di disturbo che si vuole introdurre. Nei tre casi la pendenza è il fattore sul quale si è intervenuto di meno in quanto si è reputato che rispetto agli altri due contenga elementi di oggettività maggiori nel tradursi in classi di rischio. Ultimo elemento di variazione, tra il secondo caso studio e gli altri due, è rappresentato dalla dimensione delle fasce di rispetto. I risultati mostrano come, nel caso della discarica a servizio dell'area urbana di Cosenza, ubicata nel comune di Castrolibero, la prima e la seconda ipotesi conducano, al variare del valore assoluto dei punteggi, allo stesso risultato. In tale situazione l'elemento discrezionale, la correlazione tra i pesi, costituisce l'unico elemento di variabilità tra le ipotesi simulate. Nel caso della discarica di Castrovillari, le due analisi, conducono all'individuazione di zone con superficie di grossa estensione e con forma poligonale adatta all'elemento antropico che si vuole introdurre. Si è adottata una netta distinzione, tra la prima e la seconda attribuzione, in merito ai punteggi per gli elementi di valutazione uso del suolo e geologia lasciando invariata la pendenza. Questo ha condotto, nella seconda ipotesi di calcolo, alla conferma delle ubicazioni ottenute con la prima analisi. Si sono individuate anche nuove ubicazioni, con punteggi maggiori, ma con superfici molto minori o rappresentate da poligoni allungati che non permettono poi, all'atto pratico, il posizionamento di una discarica. Il caso della discarica di San Giovanni in Fiore ha replicato i risultati della discarica di Castrovillari. Anche per questa differente realtà territoriale si è andati ad agire con enfasi sull'attribuzione dei punteggi dell'uso del suolo e della geologia al fine di distinguere l'attribuzione tra la prima e seconda simulazione. Il fondamento di partenza è comunque rimasto immutato, pur variando la realtà territoriale, vi sono delle situazione conclamate, di uso del suolo e della geologia, che si prestano meglio di altre a determinati tipi di progetti. Nella seconda simulazione, si sono perpetrate situazioni similari alla seconda simulazione del secondo caso studio: zone con superfici esigue costituite da poligoni allungati che non permettono poi, all'atto pratico, l'ubicazione. I risultati dell'analisi conducono alla definizione di un indice di compatibilità dell'ubicazione oggettivo. La variazione dei criteri e dei sistemi di pesatura con cui sono combinate la scelte permette l'analisi retroattiva delle decisioni di pianificazione fatte in passato e la definizione di metodi più democratici e partecipativi per il futuro. Il metodo dimostra che le ipotesi di localizzazione

di interventi fortemente impattanti sul territorio può essere condotto con metodologia fondata su criteri di oggettività, ripercorribilità, e trasparenza.

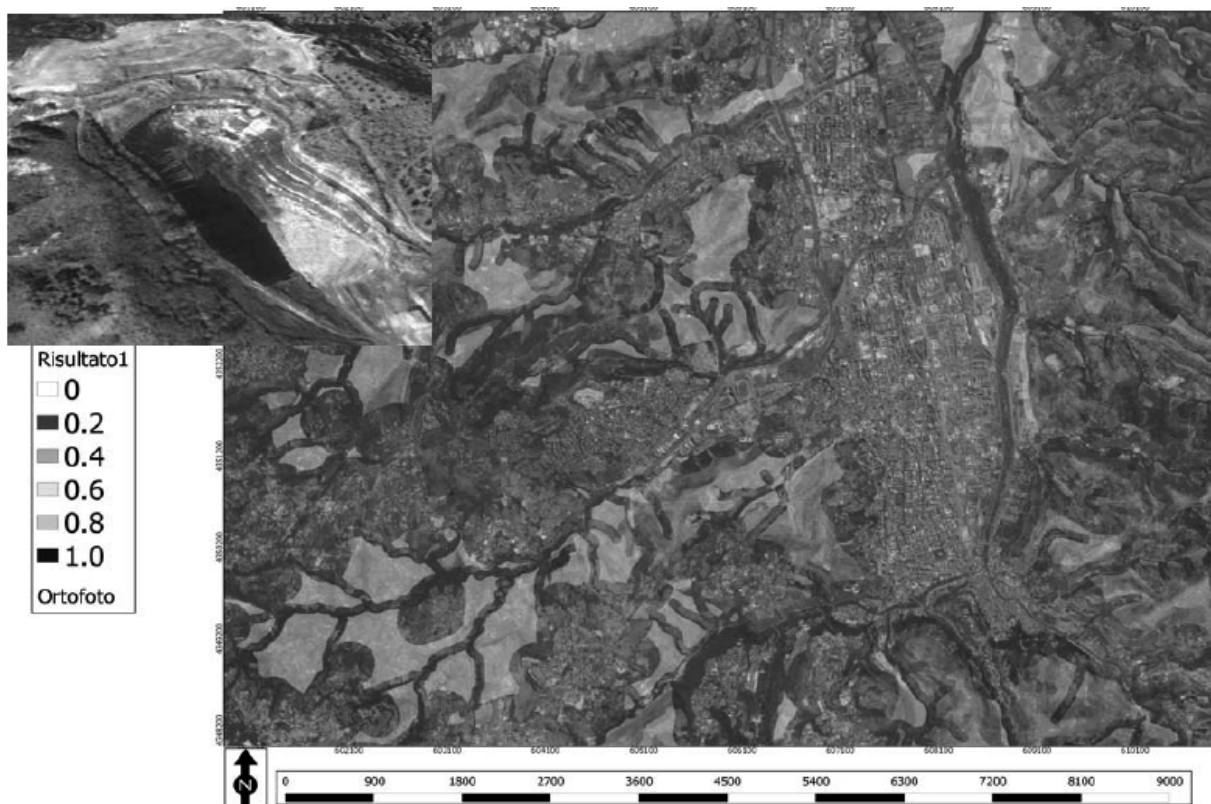


Fig. 1 – Risultato 1

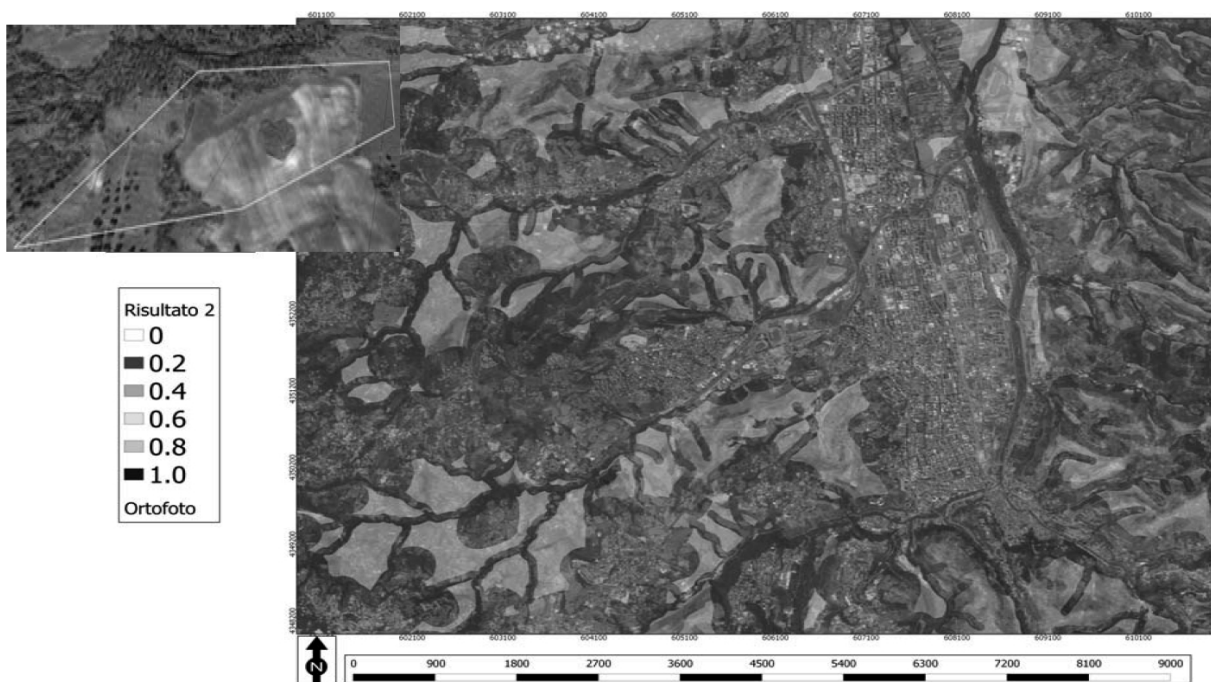


Fig. 2 – Risultato 2

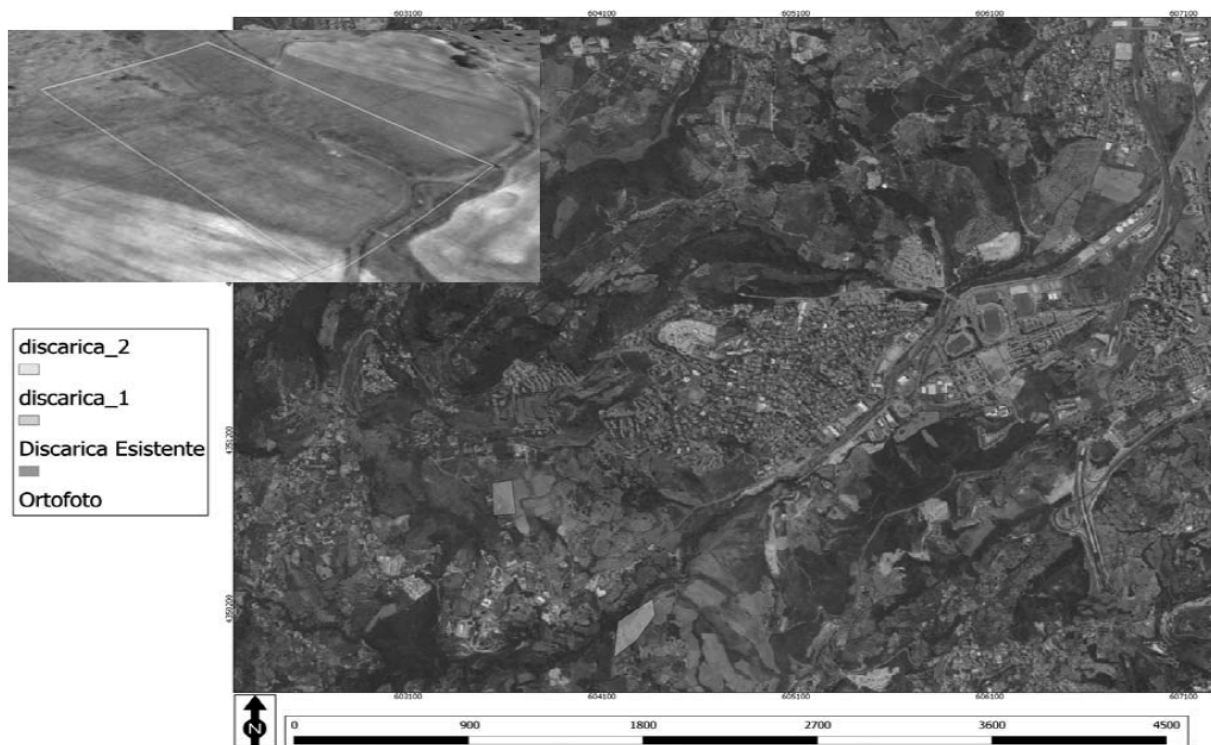


Fig. 3 – Attuale ubicazione



Fig. 4 – Risultato 1

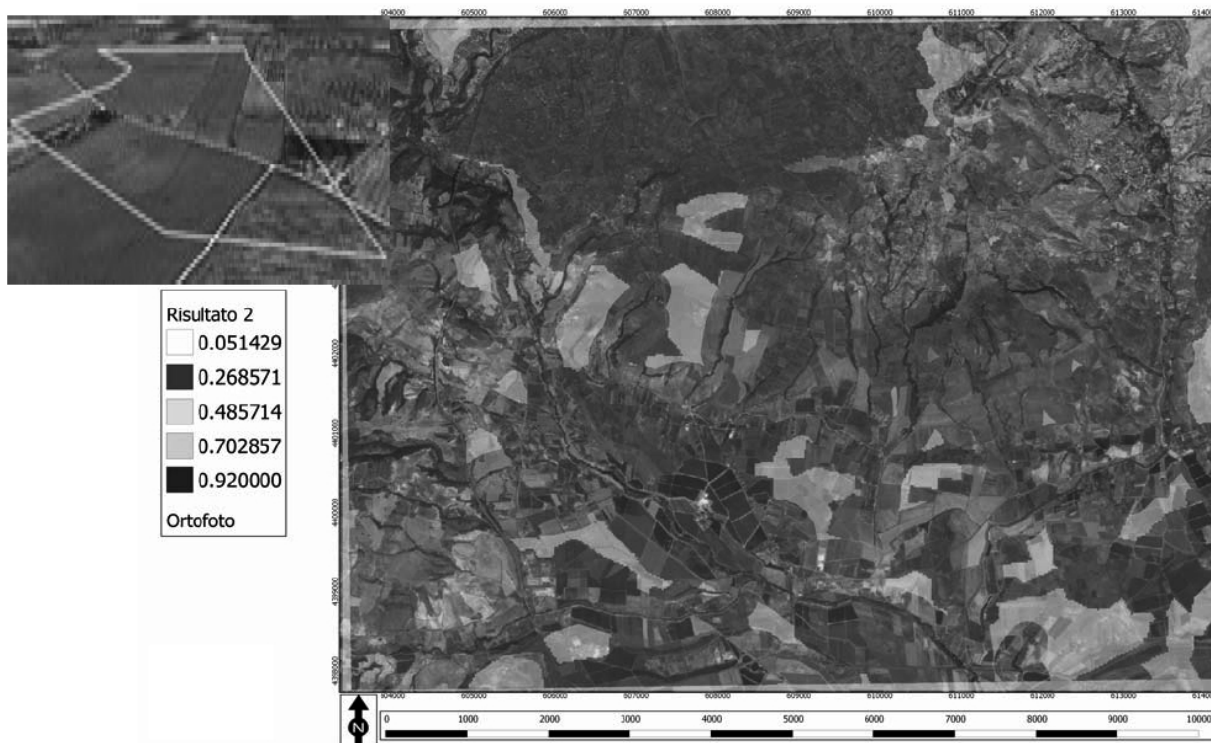


Fig. 5 – Risultato 2

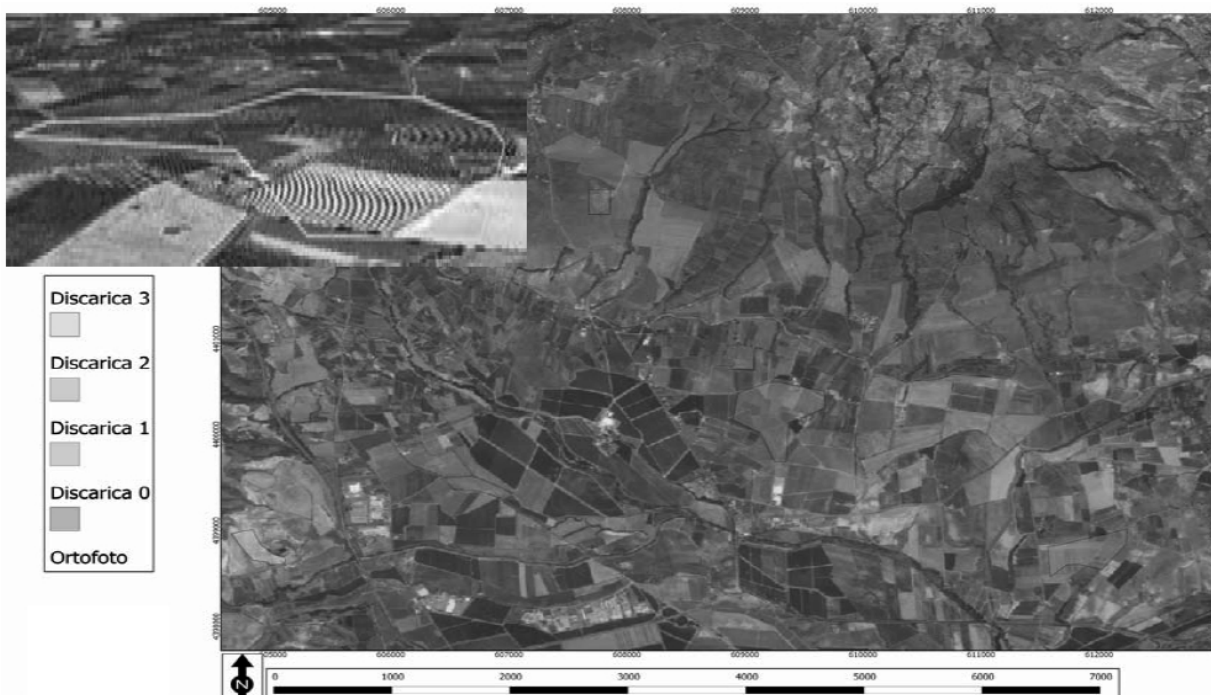


Fig. 6 – Attuale ubicazione

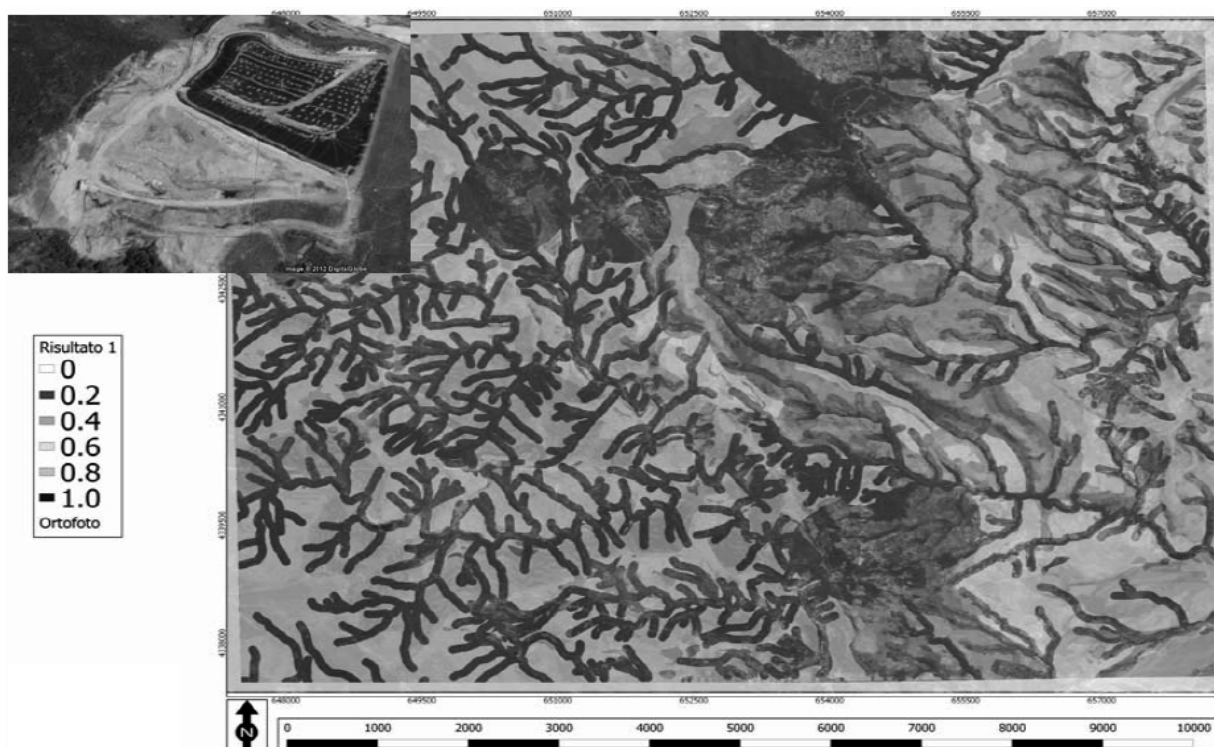


Fig. 7 – Risultato 1

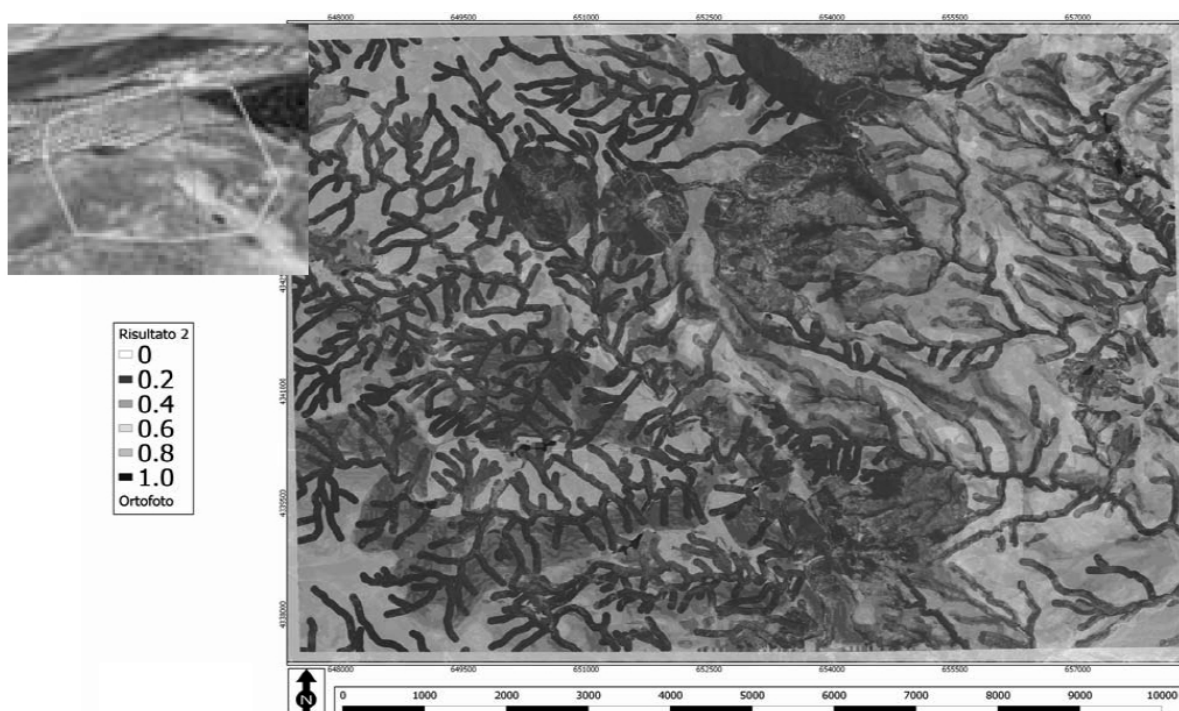


Fig. 8 – Risultato 2

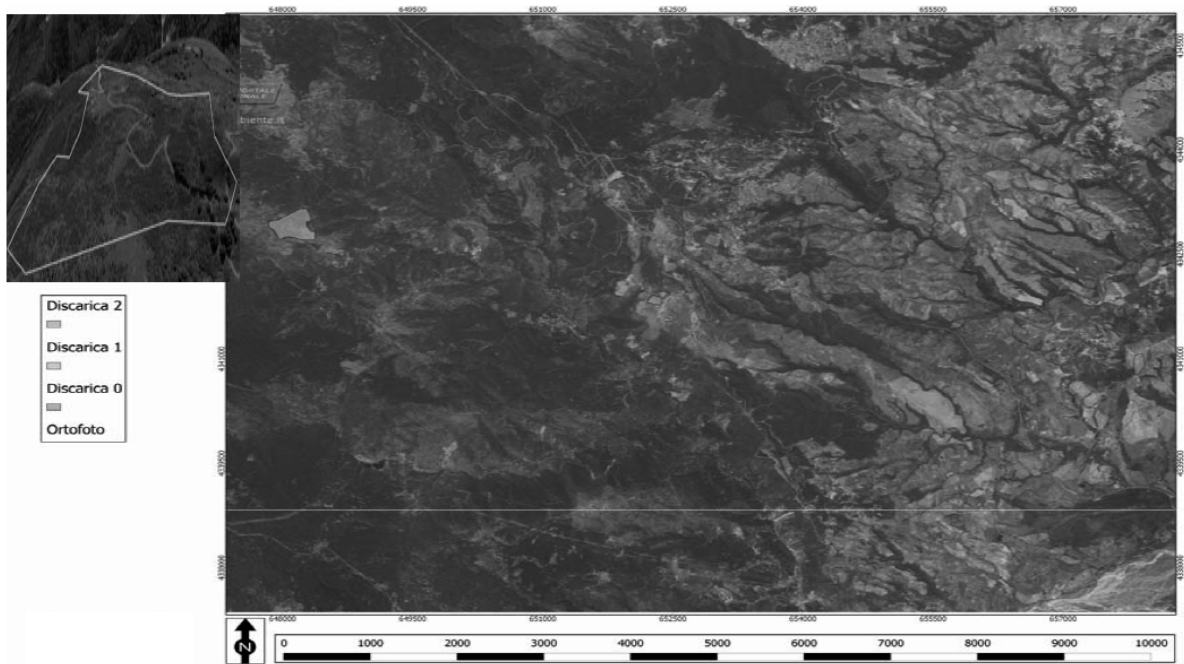


Fig. 9 – Attuale ubicazione

Bibliografia

La Loggia G. e Calvano A. 2008, «I Sistemi informativi territoriali per la valutazione dei deflussi nei bacini idrografici» in Tesi di laurea, Facoltà di Architettura UNIPA, aprile 2008, Palermo.

Mendicino G. e Calvano A., 2000, «Metodologie di analisi del rischio di piena attraverso l'integrazione della modellistica distribuita con i GIS» in Tesi di laurea, Facoltà di Ingegneria UNICAL, maggio 2000, Rende.

Mendicino G. e Calvano A., 2012, «I Sistemi Informativi Territoriali come strumento di Supporto alle Decisioni» in Tesi Master, Scuola Superiore di Scienze delle Amministrazioni Pubbliche UNICAL, dicembre 2012, Rende.