



## Una metodologia innovativa GIS per l'analisi integrata del quadro vincolistico del territorio dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) e Territoriale Paesistico (PTP)

Viviana Angeloro. IDRAN Ingegneria e Tecnologia srl. [vangeloro@idran.net](mailto:vangeloro@idran.net)

Fernando Nardi. Università per Stranieri di Perugia. [fernando.nardi@unistrapg.it](mailto:fernando.nardi@unistrapg.it)

**Parole chiave:** ambiente; VIA; VAS; pianificazione del territorio

### ABSTRACT

Questa memoria presenta i risultati dell'applicazione di una metodologia GIS sviluppata al fine di rappresentare in maniera congiunta le informazioni derivanti dai vincoli di diversi Piani di Assetto Territoriali (PAT). Il caso di studio selezionato dell'area urbana di Roma mostra come il modello GIS proposto sia in grado di sintetizzare omogeneamente in un unico strato informativo l'eterogenea zonizzazione dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) e Piano Territoriale Paesistico (PTP). L'obiettivo è quello di sfruttare gli strumenti e dati GIS per la stima di un indice oggettivo che sintetizzi, come media pesata di valori numerici associati alle categorie e classi dei PAI e PTP, l'effetto combinato dei vincoli che impattano ogni singola unità territoriale. Il fine ultimo è di fornire un indice di impatto dei vincoli, anche detto Indice di Compatibilità – associato ad un range che va da nessun vincolo (0%) a vincolo massimo (100%) - che rappresenti univocamente i vincoli territoriali ed ambientali che graverebbero su potenziali progetti di trasformazione del territorio.

### 1. Premessa

L'utilizzo dei dati e strumenti geospaziali in ambiente GIS è da anni uno standard per la redazione dei piani di assetto territoriale (PAT), strumenti di pianificazione attraverso cui la Pubblica Amministrazione disciplina le modalità di gestione dei progetti di trasformazione e sviluppo del territorio. I PAT identificano le forzanti e l'effetto al suolo delle potenziali fonti di criticità e pericolosità indicando le relative azioni volte alla conservazione, valorizzazione e sviluppo sostenibile dell'ecosistema naturale ed urbano. Tuttavia, allo stato attuale, sebbene i GIS abbiano supportato significativamente il necessario processo di omogeneizzazione e analisi integrata del territorio, la mancanza di connessione ed interdipendenza dei diversi PAT rimane un ostacolo fondamentale per arrivare ad un'efficiente pianificazione del territorio. E' noto che tale fattore derivi dalla frammentazione e dalla regionalizzazione sia tecnica che amministrativa, ma è anche evidente che i PAT siano legati a fattori e processi geomorfologici, idrologici, antropici, storici ed ambientali che possono essere messi a sistema senza entrare nel merito delle diversità ed eterogeneità normative (Wathern, 2013).

### 2. L'esigenza

Il presente lavoro si propone di sviluppare una metodologia GIS per l'analisi integrata dei vincoli territoriali di diversi PAT mediante la creazione di un indice omogeneo ed oggettivo definito a partire dall'analisi integrata di diversi strati informativi rappresentanti vincoli territoriali eterogenei. In particolare, come PAT, sono presi in considerazione i Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) ed i Piani Territoriale Paesistico (PTP) che rappresentano gli strumenti pianificatori principali in relazione rispettivamente alle aree a rischio alluvioni ed alle aree vincolate sia per motivi storici culturali e naturali del paesaggio che per la corretta gestione delle strutture ed infrastrutture di origine antropica.

Il principio metodologico è basato sul fatto che, sebbene i PAI e PTP facciano riferimento a processi fisici, socio-economici e storico-culturali e soprattutto procedure amministrative significativamente differenti, una loro preliminare lettura integrata sia possibile e necessaria come primo importante passo per un corretta progettazione e pianificazione tecnico-economica degli interventi di trasformazione territoriale (Mustajoki & Marttunen, 2013).





### 3. La soluzione

Il presente lavoro illustra le specifiche metodologiche di realizzazione di un modello di analisi GIS finalizzato alla stima di un indice oggettivo che derivi dall'analisi integrata dei vincoli dei PAI e PTP, detto Indice di Compatibilità (IC), per la rappresentazione dell'effettivo vincolo territoriale.

La soluzione proposta è caratterizzata dallo sviluppo, in ambiente GIS, di una procedura che consenta di acquisire, omogeneizzare, riclassificare i diversi strati informativi dei PAT e di sintetizzarne i principi, i contenuti e gli obiettivi pianificatori in uno strato informativo univoco ed omogeneo rappresentato dall'IC.

Viene presentato il caso di studio del bacino del Rio Galeria nell'area urbana di Roma Capitale, un piccolo bacino affluente del fiume Tevere, caratterizzato da una significativa presenza di aree a natura sia urbana-industriale che di un'ecosistema naturale relativamente intatto nel contesto territoriale dell'area romana.

#### 3.1 Metodologia

La metodologia proposta si basa sui seguenti passi principali:

1. Acquisizione degli strati informativi dei PAI e PTP (acquisizione ed omogeneizzazione)
2. Definizione e riclassificazione delle classi di vincoli, applicazione della formula di stima dell'IC (look-up table e modello di dati);
3. Calibrazione dei parametri e dei pesi e produzione della cartografia tematica dell'IC (Decision Making);

Passo 1) L'acquisizione degli strati informativi viene effettuata a partire dai GIS di riferimento dei PAT selezionati. L'eterogeneità delle cartografie tematiche disponibili impone la necessità di un'attività di verifica topologica, di conversione del formato, di omogeneizzazione delle tabelle degli attributi e di georeferenziazione per la produzione di un geodatabase di riferimento. Nella tabella seguente vengono listati gli strati informativi di riferimento utilizzati nello sviluppo di questa fase.

Tabella 1. Specifiche generali degli strati informativi di riferimento del modello dati GIS

Oggetto	Tipo	PAT	Vincolo/Descrizione	Topologia	Scala
Beni paesaggistici	Beni singoli	PTP	Ville, parchi, ...	Punto Poligono	1:10.000
Beni paesaggistici	Beni d'insieme	PTP	Località storiche naturalistiche	Punto Poligono	1:10.000
Vincoli di Legge	Acqua	PTP	Mare, laghi, corsi d'acqua, ...	Polilinea Poligono	1:10.000
			Verde Parchi, aree boscate, ...	Poligono	1:10.000
Vincoli di Piano	Archeologia	PTP	Siti archeologici	Poligono	1:10.000
	Agricoltura	PTP	Aree agricole, paesaggio rurale	Poligono	1:10.000
	Strutture Infrastrutture	PTP	Strade, strutture ed infrastrutture storiche	Polilinea Poligono	1:10.000
Vincoli di Piano	Rischio idraulico	PAI	Aree inondabili	Polilinea Poligono	1:10.000





Stato di fatto	Rischio idrogeologico	PAI	Aree in frana	Poligono	1:10.000
	Rischio idrogeologico	PAI	Colate detritiche	Poligono	1:10.000
	Uso del suolo	CORINE	Uso del suolo	Poligono	1:5.000
	Strutture Infrastrutture	DB OPEN	Edifici, strade, ...	Raster	1:25.000
				Punto, Polilinea	1:10.000
	Immagini aeree	DB OPEN	Ortofoto, immagini satellitari,	Raster	1:10.000

Passo 2) Il secondo passo della procedura riguarda la definizione e riclassificazione delle classi di vincoli propedeutica all'applicazione della formula di stima dell'IC. Tale attività parte dalla strutturazione di un modello di dati caratterizzato da relazioni funzionali tra i diversi campi che rappresentano le specifiche del singolo vincolo per ogni PAT.

Lo schema di massima del database relazionale è sviluppato con riferimento agli strati informativi disponibili. Ai fini della redazione di questa prima versione concept del modello proposto (Angeloro e Nardi, 2015) sono selezionati due versioni generiche di PAI ed i PTP (Figura 1).

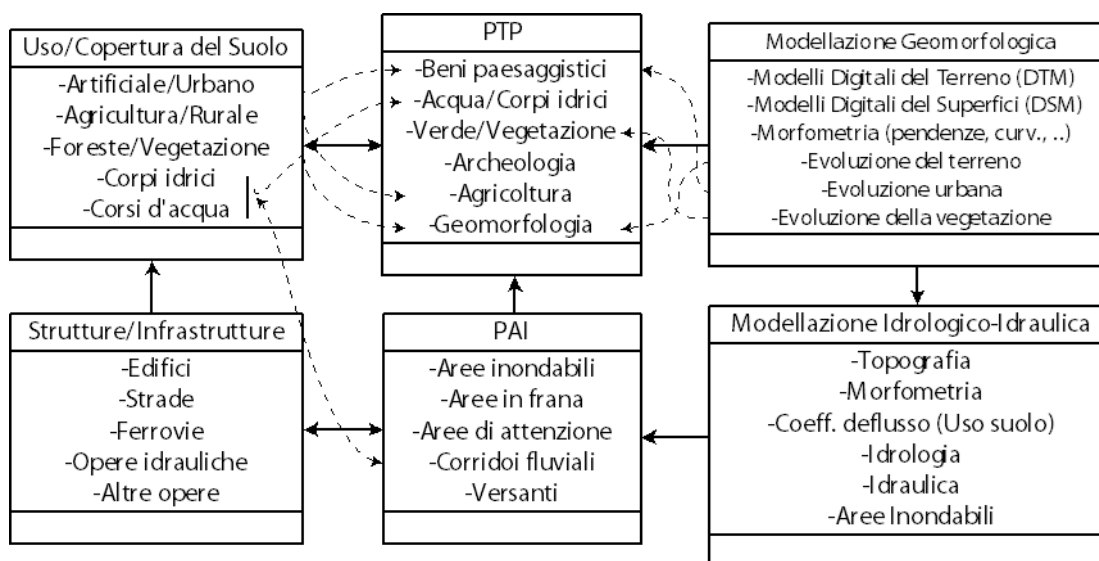


Figura 1. Relazioni funzionali del modello dati GIS (Fonte: Angeloro e Nardi, 2015)

L'analisi integrata, basata sulla lettura combinata dei diversi strati informativi sui vincoli (riclassificati mediante Look Up table) è basata sulla modellazione geomorfologica e idrologico-idraulica del territorio confinato nei limiti dei bacini idrografici, selezionati come unità territoriale di riferimento. La modellazione proposta è intesa come studio delle forme e delle dinamiche idrogeomorfologiche ed idrauliche in relazione alle forzanti e specifiche di origine antropica, culturale e storico-paesaggistica .

L'IC deriva dalla combinazione dei valori dei diversi strati - opportunamente rasterizzati e indicizzati - che vengono forniti come input per un'analisi matriciale finalizzata alla stima dell'indice univoco di compatibilità.





Passo 3) Partendo dai principali piani territoriali, PTP e PAI, è possibile selezionare alcuni tematismi ritenuti più rilevanti e integrarli con ulteriori dati geospaziali di riferimento (qualora non già considerati nei PAT stessi) quali ad esempio il reticolo stradale e la carta dell'uso del suolo. Sviluppando una relazione analitica e impostando valori e pesi in riferimento ad ogni tematismo considerato è possibile ricavare un indicatore che restituisce una valutazione univoca per ogni elemento territoriale che rappresenta la compatibilità di una potenziale azione di trasformazione territoriale rispetto la configurazione vincolistica dell'area.

L'indicatore IC è stimato dalla somma pesata dei vari tematismi: ad ognuno occorre attribuire un "valore" e un "peso": i valori sono compresi tra 0 e 100 per ogni singolo tematismo, mentre la somma di tutti i pesi restituisce l'unità. Successivamente l'IC viene normalizzato per fornire uno scalare nel range 0-100, in modo da renderlo facilmente comprensibile e paragonabile, dove il valore indica la possibilità che un elemento territoriale sia privo di vincolo (valore minimo nullo) fino alla combinazione più gravosa derivanti dalla potenziale sovrapposizione di uno o più vincoli (valore massimo 100).

### 3.2 Caso di studio

La metodologia proposta è stata testata su un'area di studio di piccole dimensioni corrispondente ad un bacino idrografico per cui risultano disponibili i dati digitali del PTP e del PAI. L'area di studio selezionata è quella del bacino del Rio Galeria, situato nel quadrante Ovest dell'area urbana romana. Il Rio Galeria è un affluente di destra del Tevere che nasce all'altezza della via Trionfale alta e sbocca nella piana del Tevere presso l'abitato di Ponte Galeria. Il bacino si estende dalle pendici del lago di Bracciano fino al Tevere, poco ad Ovest di Roma. La superficie del bacino è pari a 158 km<sup>2</sup> e la lunghezza d'asta del corso d'acqua è pari circa a 38.5 km. L'altitudine media è di 95 m.s.l.m. Nell'area del bacino ricadono i centri abitati di Cesano e di Ponte Galeria. La confluenza con il fiume Tevere è ubicata nel territorio di Roma Capitale.

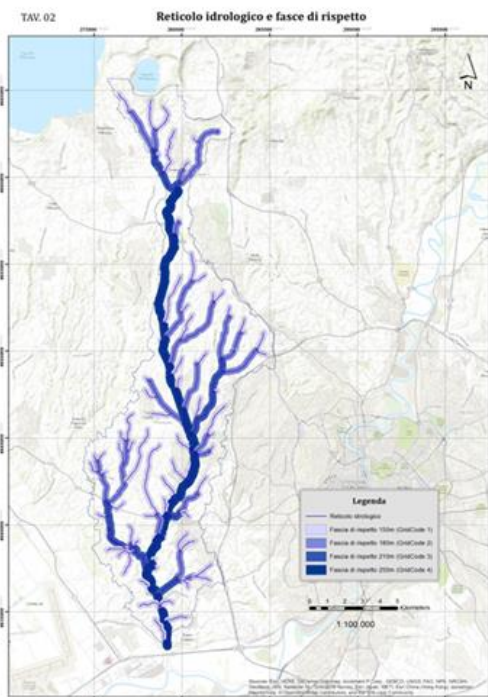
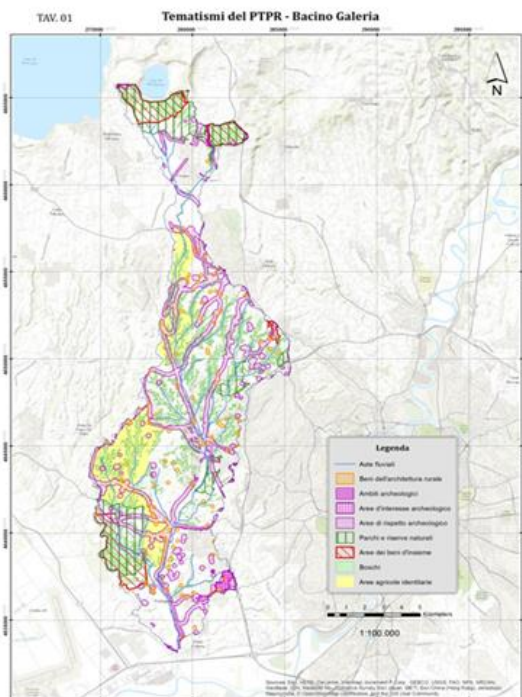
L'applicazione analitica della procedura di stima dell'indice di compatibilità è stata sviluppata attraverso il Model Builder di ArcGIS, creando un flusso di lavoro basato sugli strumenti disponibili di geoprocessing.

In Figura 2 e Figura 3 si riportano rispettivamente i risultati dei passi 1-2 e 3 con particolare riguardo alle attività di acquisizione, omogeneizzazione e riclassificazione degli strati informativi di ingresso dei PAT selezionati e l'attività finale di sintesi inerente la produzione di cartografia tematica di rappresentazione dell'IC del dominio di studio.

## 4. Il cambiamento

Il modello GIS proposto rappresenta uno strumento di facile applicazione ed utile, soprattutto in fase decisionale, per la corretta pianificazione del territorio consentendo una lettura complessiva, immediata e georeferenziata dei diversi vincoli. La cartografia tematica dell'Indice di Compatibilità consente di visualizzare le aree da tutelare per la sostenibilità delle risorse territoriali e la resilienza dell'ecosistema naturale ed urbano permettendo al tempo stesso di valutare quale siano le aree ottimali per potenziali azioni di sviluppo del territorio.



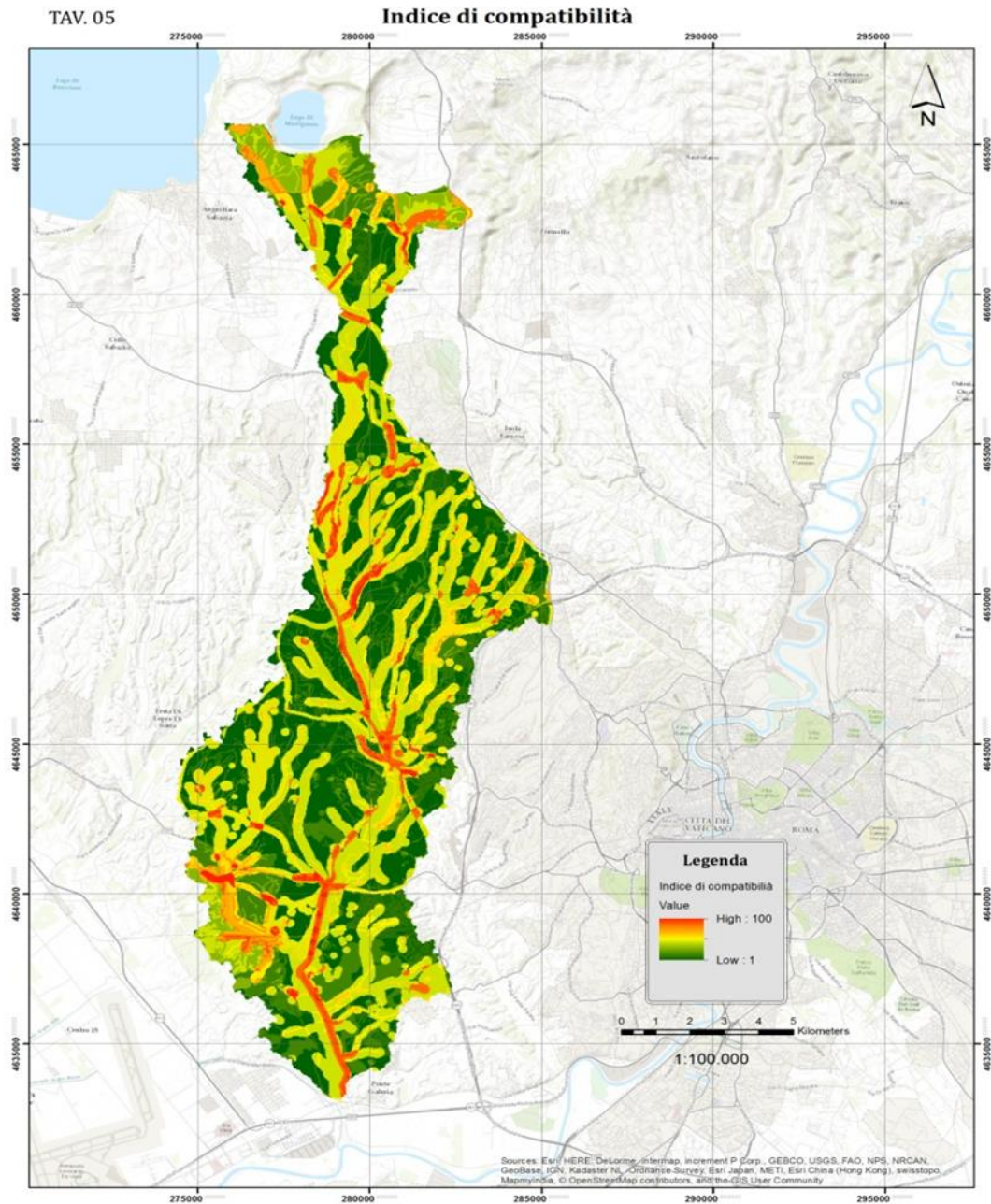


Tematismi		Valori
Aree dei beni d'insieme		80
Parchi e riserve naturali		90
Ambiti di interesse archeologico		90
Aree boscate		75
Beni singoli identitari dell'architettura rurale		60
Aree agricole identitarie		30
CLC	Discariche	80
	Seminativi	30
	Aree agricole	40
	Aree boscate	40
	Aree a vegetazione	30
	Aree industriali	60
	Zone urbane	90
Reticolo stradale		60
Reticolo idrologico		90

Tematismi		Pesi
Aree dei beni d'insieme		0,08
Parchi e riserve naturali		0,08
Ambiti di interesse archeologico		0,22
Aree boscate		0,09
Beni singoli identitari dell'architettura rurale		0,1
Aree agricole identitarie		0,04
CLC	Discariche	0,07
	Seminativi	0,02
	Aree agricole	0,02
	Aree boscate	0,02
	Aree a vegetazione	0,02
	Aree industriali	0,02
	Zone urbane	0,02
Reticolo stradale		0,08
Reticolo idrologico		0,22

Figura 2. Esempio di definizione preliminare dei valori e pesi (Legenda dell'IC)





**Figura 3. Cartografia tematica dell'indice di compatibilità del bacino del Rio Galeria**

### Ringraziamenti

Si ringrazia l'ing. Francesca Di Marco che nel corso del suo stage presso la IDRAN Ingegneria e Tecnologia S.r.l. ha sviluppato le analisi presentate per il caso di studio del bacino del Rio Galeria.





### Riferimenti bibliografici

Angeloro V., Nardi F. (2015). Concept di un modello di dati GIS per l'analisi integrata dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) e Territoriale Paesistico (PTP); *XIX Conferenza Nazionale ASITA*

Mustajoki J., Marttunen M. (2013). Comparison of Multi-Criteria Decision Analytical Software, Searching for ideas for developing a new EIA-specific multi-criteria software, *IMPERIA Project*.

Wathern P. (2013). *Environmental impact assessment: theory and practice*. Routledge (London, UK).

